

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robotiky

Tvorba kovových konstrukcí využitím modulu Framework v Creo
Parametric

Creating metal structures using the Creo Parametric Framework

Student: Vojtěch Hanke

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Zeman

Ostrava 2020

Zadání bakalářské práce

Student: **Vojtěch Hanke**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R013 Robotika
Téma: **Tvorba kovových konstrukcí využitím modulu Framework v Creo Parametric**
Creating metal structures using the Creo Parametric Framework
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s modulem Framework v Creo Parametric.
2. Popište jednotlivé funkce a vlastnosti modulu.
3. Na vzorovém úkolu ukažte postup při práci s modulem Framework.
4. Práci doložte v elektronické podobě.

Seznam doporučené odborné literatury:

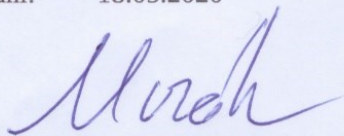
ČSN 01 6910 Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
SKAŘUPA, Jiří. Kreativita a inovační myšlení v konstruování. Ostrava: VŠB, 2007. ISBN 978-80-248-1717-0.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Zeman**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



prof. Dr. Ing. Petr Novák
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18.05.2020



.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18.05.2020



.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Vojtěch Hanke

Adresa trvalého pobytu autora práce:

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hanke, V. *Tvorba kovových konstrukcí využitím modulu Framework v Creo Parametric*: bakalářská práce. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Robotiky, 2020, 133 s. Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Zeman

Tato bakalářská práce se zabývá modulem Framework v PTC Creo Parametric. Účelem bude vytvořit návod čtenářům této bakalářské práce, aby dokázali s Frameworkem pracovat. V úvodu je stručný popis samostatného PTC Creo Parametric. Následně jsou popsány všechny nástroje v modulu Framework, a nakonec jsou vytvořeny tři vzorové ukázky, na kterých lze vidět práci s tímto modulem.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Hanke, V. *Creating metal structures using the Creo Parametric Framework*: Bachelor Thesis. Ostrava : VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Robotics, 2020, 133 p. Thesis head: Ing. Zdeněk Zeman

This Bachelor thesis deals with the Framework module in PTC Creo Parametric. The purpose is to create a manual for the readers of this bachelor thesis to know, how to work with the Framework. In the beginning, there is a brief description of the PTC Creo Parametric. Then there are described all tools in the Framework module and finally, there are created three sample illustrations where the work with this module is visible.

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Zdeňkovi Zemanovi, za cenné rady, připomínky a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

Obsah

Seznam obrázků	8
Seznam použitého značení a termínů	14
Úvod	- 15 -
1 PTC Creo	- 16 -
1.1 PTC Creo Parametric	- 18 -
2 Framework.....	- 24 -
2.1 Seznámení s Frameworkem v PTC Creu	- 24 -
2.1.1 Základní informace	- 24 -
2.1.2 Využití	- 24 -
2.1.3 Potřebné předpoklady	- 26 -
2.2 Prostředí Framework	- 26 -
2.2.1 Záložka Framework	- 26 -
3 Ukázky použití Frameworku	- 40 -
3.1 Odkládací policový vozík	- 40 -
3.1.1 Tvorba skeletonu (skici)	- 40 -
3.1.2 Vkládání profilů	- 44 -
3.1.3 Spojení profilů a tvorba připojovacího rozhraní	- 53 -
3.1.4 Vytvoření výkresů	- 62 -
3.1.5 Vložení dílu do knihovny	- 65 -
3.2 Robotická buňka	- 69 -
3.2.1 Tvorba skeletonu robotické buňky	- 69 -
3.2.2 Vkládání stavebnicových hliníkových profilů	- 71 -
3.2.3 Spojení profilů a tvorba připojovacího rozhraní robotické buňky	- 75 -
3.3 Ocelová konstrukce haly	- 99 -
3.3.1 Tvorba skeletonu hlavní konstrukce haly	- 99 -
3.3.2 Vytvoření podsestav ocelové konstrukce haly a samotné haly	- 102 -
3.3.3 Vytvoření plošiny se schody a zábradlím	- 123 -
4 Závěr.....	- 131 -
Seznam použité literatury	- 132 -
Přílohy.....	133

Seznam obrázků

Obr. 1 - Logo PTC Creo [3].....	- 16 -
Obr. 2 - Aplikace PTC Creo [5].....	- 16 -
Obr. 3 - Prostředí při spouštění PTC Creo Parametric	- 19 -
Obr. 4 - Okno pro volbu typu souboru.....	- 20 -
Obr. 5 - Pracovní prostředí sestavy	- 21 -
Obr. 6 - Úprava panelu příkazů.	- 21 -
Obr. 7 - Lišta základních nástrojů.....	- 22 -
Obr. 8 – Drátový model x Model s profily [4].....	- 25 -
Obr. 9 – Nosná konstrukce sýpky [1]	- 25 -
Obr. 10 - Založení sestavy po spuštění PTC Crea Parametric	- 26 -
Obr. 11 - Záložka Framework v panelu nástrojů	- 26 -
Obr. 12 – Blok Project	- 27 -
Obr. 13 - Blok Profiles.....	- 27 -
Obr. 14 - Okno s profily, rozdělenými do složek	- 28 -
Obr. 15 - Žlutá složka – normalizované ocelové profily	- 29 -
Obr. 16 - Zelená složka – normalizované plechové profily.....	- 29 -
Obr. 17 - Složka Bosh – profiles_6.....	- 29 -
Obr. 18 - Úprava profilů	- 30 -
Obr. 19 – Možnosti okna “Reuse“	- 30 -
Obr. 20 - Okno "Move"	- 31 -
Obr. 21 - Blok " Subassemblies	- 32 -
Obr. 22 - Blok "Joints".....	- 32 -
Obr. 23 - Okno "Basic Joints".....	- 33 -
Obr. 24 - Okno "Advanced Joints"	- 34 -
Obr. 25 - Blok "Components".....	- 35 -
Obr. 26 - Okno se složkami spojovacích dílů	- 35 -
Obr. 27 - Spojovací díly pro ocelové konstrukce	- 36 -
Obr. 28 - Spojovací díly pro hliníkové montované konstrukce - Bosh	- 36 -
Obr. 29 - Vybavení pro ocelové konstrukce	- 37 -

Obr. 30 - Knihovna plechů	- 37 -
Obr. 31 - Vybavení pro montované hliníkové konstrukce - Bosh	- 38 -
Obr. 32 - Blok " Utilities"	- 38 -
Obr. 33 - Vytvoření sestavy	- 40 -
Obr. 34 - Záložka model - Create	- 41 -
Obr. 35 - Vytvoření skeletonu	- 41 -
Obr. 36 - Možnosti vytvoření	- 41 -
Obr. 37 - Skrytí sestavných rovin	- 42 -
Obr. 38 - Aktivace skeletonu	- 42 -
Obr. 39 - Pomocné roviny pro vytvoření skici	- 43 -
Obr. 40 - Vytvoření "Sketche"	- 43 -
Obr. 41 - Výsledný drátový model (skeleton) vozíku	- 44 -
Obr. 42 - Vytvoření projektu a jeho zkratky	- 45 -
Obr. 43 - Volba profilu stojky	- 45 -
Obr. 44 - Přehled zvoleného profilu	- 46 -
Obr. 45 - Zvolení a umístění L profilu.....	- 47 -
Obr. 46 - Vytvoření druhé stojky	- 48 -
Obr. 47 - Znovu použití profilu	- 48 -
Obr. 48 - Vytvoření asociativního profilu	- 49 -
Obr. 49 - Rám police.....	- 49 -
Obr. 50 - Posunutí profilu police	- 50 -
Obr. 51 - Vytvoření ostatních polic	- 50 -
Obr. 52 - Zvolený profil úchopu	- 51 -
Obr. 53 – Vytvoření trubkové rukojeti	- 52 -
Obr. 54 - Ořezání profilů	- 53 -
Obr. 55 - Zvolené reference pro plíšek	- 54 -
Obr. 56 - Určení rozměru plíšku	- 54 -
Obr. 57 – Ořezání rukojeti	- 55 -
Obr. 58 - Tvorba děr pro šrouby	- 55 -
Obr. 59- Tvorba ostatních děr.....	- 56 -
Obr. 60 – Vložení šroubů s maticemi	- 57 -

Obr. 61 - Hotová konstrukce.....	- 57 -
Obr. 62 - Tvorba plechu.....	- 58 -
Obr. 63 - Přidání obdélníkového profilu pro kolečka	- 59 -
Obr. 64 - Nahrazení profilu sám sebou	- 60 -
Obr. 65 - Finální model odkládacího policového vozíku	- 61 -
Obr. 66 – Vygenerovaný výkres profilu	- 62 -
Obr. 67 – Upravený vygenerovaný výkres	- 62 -
Obr. 68 - Vytvořená sestava a její editace	- 63 -
Obr. 69 - Tabulka součtů délek profilů.....	- 63 -
Obr. 70 - Použité profily vozíků	- 64 -
Obr. 71 – Import modelu do Crea.....	- 65 -
Obr. 72 – Uložení modelu do knihovny	- 66 -
Obr. 73 – Složka s uloženým modelem	- 67 -
Obr. 74 - Připsání modelu do sel_list	- 67 -
Obr. 75 – Přidaný model v knihovně Bosh.....	- 68 -
Obr. 76 – Vytvoření skeletonu robotické buňky.....	- 69 -
Obr. 78 – Vytvoření nového projektu.....	- 70 -
Obr. 77 – Vytvořený skeleton.....	- 70 -
Obr. 79 – Použitý profil na robotickou buňku	- 71 -
Obr. 80 – Vložení profilu stojky	- 72 -
Obr. 81 – Vložení profilu přes body	- 72 -
Obr. 82 – Vytvoření asociativního profilu.....	- 73 -
Obr. 83 – Zobrazení stejných profilů.....	- 74 -
Obr. 84 - Způsob zobrazení profilů	- 74 -
Obr. 85 – Ořezání a spojení profilu	- 75 -
Obr. 86 – Kolize profilů.....	- 76 -
Obr. 87 - Knihovna spojů a ukázka spoje pro profiles_10	- 77 -
Obr. 88 – Vnitřní úhelník R.....	- 77 -
Obr. 89 – Úhelníkový spoj s krytkou.....	- 78 -
Obr. 90 – Úhelníkový spoj bez krytky.....	- 78 -
Obr. 91 - Rychloupínací spojka	- 79 -

Obr. 92 – Rychloupínací spojka – řez profilu.....	- 79 -
Obr. 93 –Stykový spoj	- 80 -
Obr. 94 – Vytvoření neasociativního profilu a odstranění děr	- 80 -
Obr. 95 – Krychlová spojka.....	- 81 -
Obr. 96 – Přidání podpěrné nohy	- 81 -
Obr. 97 – Vytvoření uchycovacího profilu A pro plexisklo	- 82 -
Obr. 98 - Vytvoření protikusu uchycovacího profilu pro plexisklo	- 83 -
Obr. 99 Vytvoření plexiskla - reference	- 84 -
Obr. 100 - Vytvoření plexiskla - rozměry.....	- 84 -
Obr. 101 – Prozatímní konstrukce buňky	- 85 -
Obr. 102 – Vytvoření podsestavy dvířek	- 86 -
Obr. 103 – Vytvoření Sketche	- 87 -
Obr. 104 – Osazení skeletonu dvířek.....	- 87 -
Obr. 105 – Rám dvířek s rukojetí	- 88 -
Obr. 106 – Vložení plexiskla do dvířek.....	- 88 -
Obr. 107 – Vytvoření druhých dvířek.....	- 89 -
Obr. 108 – Vytvoření bodů pro závěsy	- 89 -
Obr. 109 – Vytvoření kloubového závěsu	- 90 -
Obr. 111 - Vytvoření plechu - rozměry	- 91 -
Obr. 110 – Vytvoření plechu – reference	- 91 -
Obr. 112 – Osamostatnění profilu.....	- 92 -
Obr. 113 – Znovu použití profilu.....	- 92 -
Obr. 114 – Vytvoření děr pro uchycení plechu	- 93 -
Obr. 115 – Vytvoření ostatních děr	- 93 -
Obr. 116 – Vložení šroubů s maticemi	- 94 -
Obr. 117 – Skeleton s přidanou skicou držáku	- 94 -
Obr. 118 – Použití existujících profilů pro nový skeleton.....	- 95 -
Obr. 119 – Osazení nového skeletonu profily	- 95 -
Obr. 120 – Spojení pomocí kloubů – typ 2.....	- 96 -
Obr. 121 - Spojení pomocí kloubů – typ 1	- 96 -
Obr. 122 – Vytvořená robotická buňka	- 97 -

Obr. 123 – Robotická buňka s robotem	- 98 -
Obr. 124 – Vytvoření skici hlavní konstrukce haly	- 99 -
Obr. 125 – Příčky s vytvořenými relacemi	- 100 -
Obr. 126 - Použité relace	- 100 -
Obr. 127 – Skeleton základní konstrukce haly	- 101 -
Obr. 128 – Vytvoření nového projektu	- 102 -
Obr. 129 – Vytvoření podsestavy Hlavní_konstrukce	- 102 -
Obr. 130 – Aktivování podsestavy HLAVNI_KONSTRUKCE	- 103 -
Obr. 131 – Zvolený I profil	- 103 -
Obr. 132 – Zvolený profil a zaškrtnutí vytvoření podsestavy	- 104 -
Obr. 133 – Vytvoření podsestavy levé stojky	- 104 -
Obr. 134 – Vytvořená podsestava levé stojky	- 105 -
Obr. 135 – Ořezání profilu stojky	- 105 -
Obr. 136 – Koncový plech stojky - reference	- 106 -
Obr. 137 – Zvolený koncový plech stojky	- 106 -
Obr. 138 – Trojúhelníkové zesílení stojky	- 107 -
Obr. 139 – Zesílení nosného I profilu	- 107 -
Obr. 140 – Vložení stranových plechů pro I profil	- 108 -
Obr. 141 – Vytvoření podsestavy pravé stojky	- 108 -
Obr. 143 – Umístění pravé stojky	- 109 -
Obr. 142 – Vytvoření pravé stojky	- 109 -
Obr. 144 – Vytvoření podsestavy střechy	- 110 -
Obr. 145 – Zvolený profil pro střechu	- 110 -
Obr. 146 – Vytvoření trojúhelníkové výztuže	- 111 -
Obr. 147 – Zvolený připojovací plech	- 111 -
Obr. 148 – Automatické vytvoření děr ve střešním profilu	- 112 -
Obr. 149 – Vytvoření podsestavy spojovací příčky	- 112 -
Obr. 150 – Vložení I profilu HEA 300 do podsestavy spojovací příčky	- 113 -
Obr. 151 – Vytvoření připojovacích plechů příčky - reference	- 113 -
Obr. 152 - Vytvoření připojovacích plechů příčky - rozměry	- 114 -
Obr. 153 – Zkopírování a vytvoření pravé spojovací příčky	- 114 -

Obr. 154 – Zvolený plechový U profil	- 115 -
Obr. 155 – Vložení plechového U profilu	- 116 -
Obr. 156 – Zarovnání plechových U profilů.....	- 116 -
Obr. 157 – První část úchyty – plochý tyč.....	- 117 -
Obr. 158 – Vytvoření podpěry úchyty	- 117 -
Obr. 159 – Stojka s úchyty.....	- 118 -
Obr. 160 – Ořezání plechových U profilů	- 118 -
Obr. 161 – Vložení a zarovnání C profilu	- 119 -
Obr. 162 – Zhotovená základní část	- 120 -
Obr. 163 – Zhotovené pole	- 120 -
Obr. 164 – Vytvořené Relations	- 121 -
Obr. 165 – Změna rozměrů haly	- 121 -
Obr. 166 – Vytvořená konstrukce haly	- 122 -
Obr. 167 – Skeleton plošiny	- 123 -
Obr. 169 – Ořezání U profilu.....	- 124 -
Obr. 168 – Využití Advanced Joints.....	- 124 -
Obr. 170 – Vytvořená konstrukce plošiny	- 125 -
Obr. 171 – Vytvoření schodů - reference	- 126 -
Obr. 172 Vložení schodů - rozměry.....	- 126 -
Obr. 173 – Přichycení schodů.....	- 127 -
Obr. 175 – Vytvoření zábradlí - rozměry	- 128 -
Obr. 174 Vytvoření zábradlí - reference	- 128 -
Obr. 176 - Zhotovené zábradlí	- 129 -
Obr. 177 - Vytvořená konstrukce haly s plošinou	- 130 -

Seznam použitého značení a termínů

AFX (Advanced Framework Extension) projekt vytvořený pomocí Frameworku, využitím PTC Creo Parametric.

CAD (computer-aided design) je počítačová podpora projektování.

DWG (DraWinG) nativní formát souborů programu AutoCAD.

DXF formát souborů, umožňující výměnu mezi CAD programy.

IGES (Initial Graphics Exchange Specification) výměnný souborový formát pro CAD data používaný ve strojírenství.

IoT (Internet of Things) internet věcí, je systém vzájemně propojených výpočetních zařízení.

mm jednotka délky (10^{-3} m).

PLM (Product Lifecycle Management) správa životního cyklu výrobku

PNG (Portable Network Graphics) grafický formát určený pro bezztrátovou kompresi rastrové grafiky.

STEP (Standard for Exchange of Product model data) standard pro výměnu modelových dat o produktu.AFX

Souřadnicový systém (zkratka SS) slouží k popsání polohy bodu v prostoru pomocí čísel.

Úvod

Tato bakalářské práce je zaměřena na modul Framework, který je součástí CAD softwaru PTC Creo Parametric. Nejprve je zkráceně popsán samotný program a prostředí PTC Creo Parametric. Následně jsou vysvětleny jednotlivé funkce, které samotný modul Framework obsahuje. Závěrem jsou všechny tyto funkce vysvětleny i na praktických úlohách. Tato práce je určena jako pomůcka pro konstruktéry, kteří se začínají zabývat návrhem různých rámových konstrukcí, od skládaných konstrukcí ze stavebnicových hliníkových profilů, až po velké nosné svařované konstrukce.

V dnešní době se hodně klade důraz na rychlost při zachování kvality. Jak při výrobě dílů a konstrukcí, tak i při samotném návrhu. Proto se využívají různé nástroje a programy pro ulehčení práce. Tyto moduly zaručují rychlejší práci a také případnou rychlou úpravu rozměrů, kdy není třeba komplikovaně předělávat celý model.

Tento modul je zaměřený na tvorbu rámových konstrukcí. Nalezneme v něm nespočet normalizovaných profilů, jak ocelových, tak i hliníkových. Nabízí také spoustu užitečných funkcí, jako jsou například rychlé ořezání profilů, vkládání spojů, vkládání vybavení a další. Velké pozitivum je v knihovnách samotného PTC Crea Parametric, jelikož zde lze najít spoustu spojovacích dílů nebo různého vybavení, jako jsou kolečka, schody, zábradlí a další. Také je možnost přidat do knihovny své vlastní vybavení.

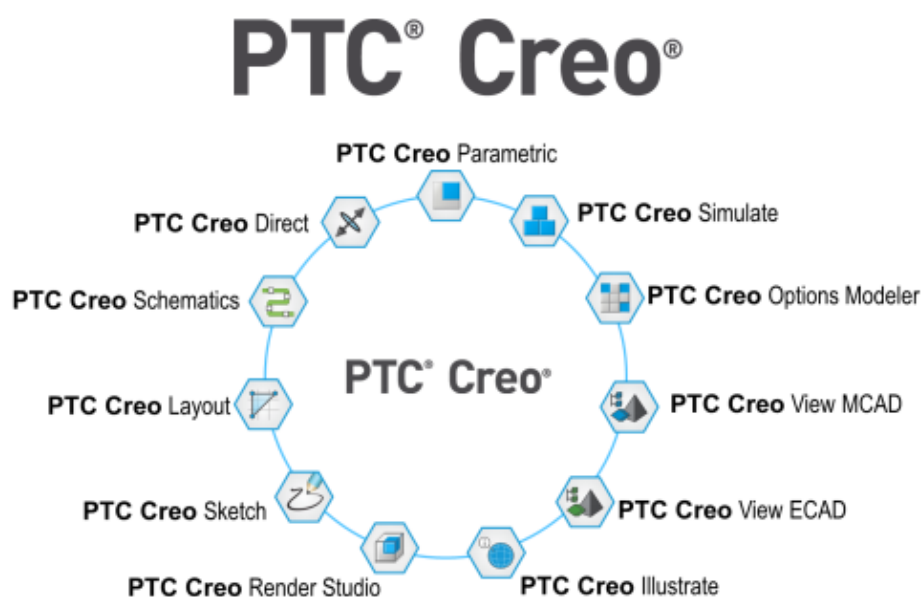
Na internetu je v dnešní době spousta různých návodů nebo videí, jak pracovat s tímto modulem, ale snad veškerá z nich jsou psána převážně v anglickém jazyce, což může pro některé představovat problém. Samozřejmě základní znalost angličtiny je třeba, jelikož samostatný program nedisponuje překladem do českého jazyka. Krom tohoto manuálu, jsou i různá školení, pro práci s modulem Framework a Creem jako celkem, ale tyto školení stojí nemalé peníze. Tímto je tato bakalářská práce vhodná pro všechny, kteří nemají možnost se zúčastnit těchto školení, případně jiných vzdělávacích programů.

1 PTC Creo



Obr. 1 - Logo PTC Creo [3]

PTC Creo od firmy PTC je balíček několika CAD softwarů určených pro podporu návrhu produktů, kde každá z aplikací poskytuje odlišnou sadu funkcí pro danou část návrhového procesu. Stejně jako u všech CAD aplikací, je hlavní účel Crea zvyšovat produktivitu, snížit náklady a pomoci s rozhodováním. PTC Creo nabízí nástroje a řešení pro rozšířenou realitu, software pro průmyslový internet věcí (IoT), CAD softwary, PLM softwary, matematické softwary, softwary pro správu o servisu a životnímu cyklu a další produkty.



Obr. 2 - Aplikace PTC Creo [5]

PTC Creo Layout

Aplikace určena pro vytvoření 2D koncepčních návrhů a jejich využití ve 3D PTC Creo Parametric. Souběžný design 2D výkresů s 3D modelem. Využívá souborů DWG, DXF a IGES.

PTC Creo Sketch

Aplikace určena pro designery. Pro tvorbu skic prostřednictvím počítače a elektronické tužky. Lze využívat i pomocí tabletu a je propojena s ostatními aplikacemi PTC Creo.

PTC Creo Parametric

Aplikace PTC Creo Parametric slouží k realizaci myšlenek, v podstatě pomáhá vytvořit z konceptu/myšlenky daný produkt, od jeho modelu k analýzám (pevnostní, dynamické, optimalizační) až po výslednou výkresovou dokumentaci.

PTC Creo Simulate

Aplikace určena k provádění analýz, simulací a optimalizací digitálního modelu. Lze provádět například pevnostní či teplotní analýzy. Slouží k ověření vlastností modelu v reálných podmínkách bez nutnosti výroby prototypu.

PTC Creo View MCAD

Aplikace určena pro prohlížení konstrukčních dat a k jejich zpracování. Zvládá měření, řezy, porovnání 3D modelů, sestavení komplexních virtuálních výrobků a další.

PTC Creo View ECAD

Aplikace určena pro práci s elektrickými schémata, návrhy plošných spojů a jejich osazením. Umožňuje prohlížení schémat zapojení, nebo fyzických plošných spojů. Disponuje inteligentním vyhledáváním elektro součástí.

PTC Creo Options Modeler

Aplikace umožňuje vytvářet a ověřovat 3D sestavy modulárních výrobků. Zvládá vizualizace a analýzy nakonfigurovaného výrobku.

Creo Illustrate

Aplikace určena pro interaktivní návody, servisní manuály a katalogy náhradních dílů. Využívá 3D CAD data, které převádí do technických ilustrací nebo animací.

Creo Schematics

Aplikace určena pro 2D schémata zapojení kabeláže, hydraulických a potrubních (topení, chlazení, klimatizace) systémů. Zvládá automatickou tvorbu 3D návrhů z 2D schémat zapojení v rámci PTC Creo Parametric.

PTC Creo Render Studio

Aplikace určena pro vytváření fotorealistických vizualizací z Creo 3D dat. Lze zde nastavovat různá prostředí, scény, světla a další. Lze ověřit, jak součást bude vypadat ve skutečném prostředí, jak bude odrážet světlo, atd..

PTC Creo Direct

Aplikace, která umožňuje tvorbu 3D geometrií, nebo úpravu 3D geometrie bez ohledu na formát souboru. Určena převážně pro přímé modelování.

V mé bakalářské práci budu pracovat s programem PTC Creo Parametric 5.0.5.0

1.1 PTC Creo Parametric

Aplikace PTC Creo Parametric slouží k realizaci myšlenek, v podstatě pomáhá vytvořit z konceptu/myšlenky daný produkt, od jeho modelu k analýzám (pevnostní, dynamické, optimalizační) až po výslednou výkresovou dokumentaci. Creo zvládá automaticky vygenerovat kóty, které lze následně upravit podle potřeby. Také zvládá pracovat s plochami, což je výhodné pro kvalitu designu. Dokáže otevírat modely vytvořené v jiných programech. Oproti ostatním programům je PTC Creo lépe vybaveno parametrizací, což vytváří spoustu výhod při konstrukci. Dobře parametrizovaný model ulehčuje práci a pomáhá při řešení různých problémů.

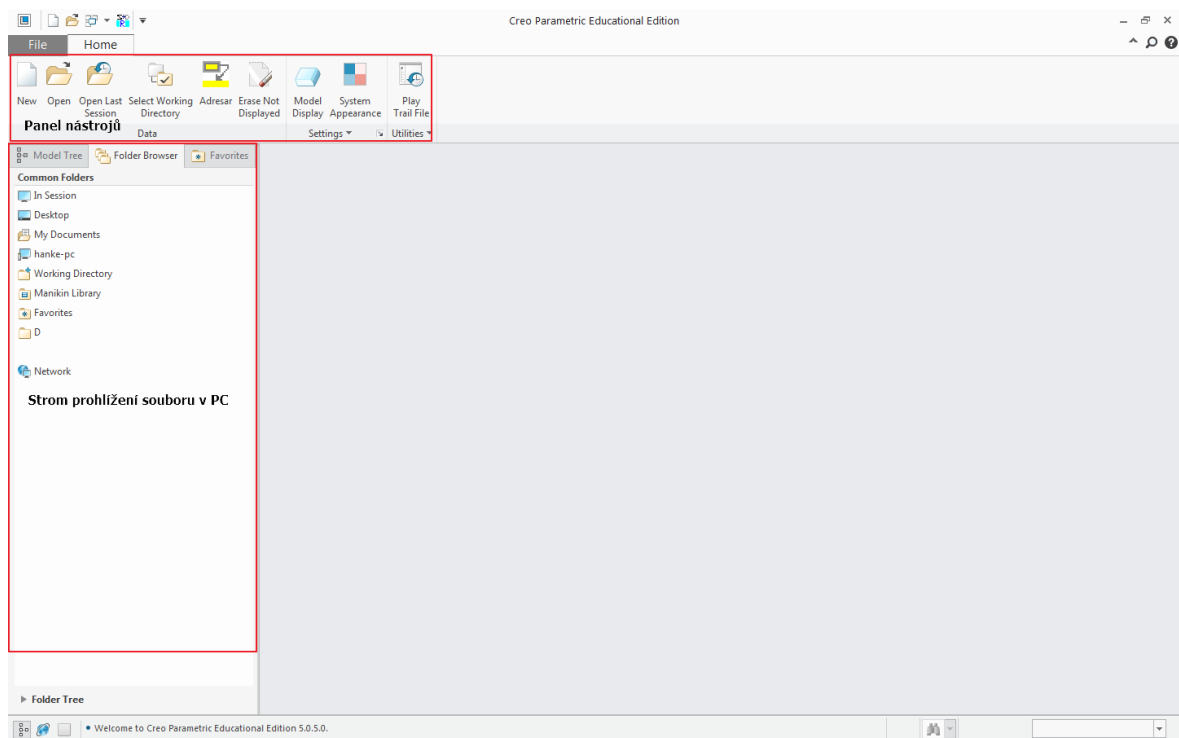
Základní funkce PTC Creo Parametric

- 3D modelování objemové, plošné, drátové.
- Tvorba automatických živých 2D výkresů.
- Výpočet základních parametrů modelu (hmotnost, moment setrvačnosti, těžiště).
- Tvorba sestav a podsestav.
- Animace pohybu sestav nebo podsestav.

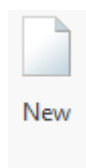
- Dynamická editace prvků.
- Import 3D formátu (např. STEP, IGES, VDA, atd.).
- Přímá práce s se soubory CATIA, Siemens NX, SolidWorks, SolidEdge, Autodesk Inventor bez potřeby samostatného překladače nebo přístupu k softwaru nebo licenci příslušného CAD systému.
- Pevnostní analýza.

Prostředí PTC Creo Parametric

Při spuštění PTC Creo Parametric vyskočí okno viz. Obr.3 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** V tomto okně se volí pracovní adresář pro ukládání souborů a poté se vytváří nový list pomocí tlačítka **New**. Po zmačknutí tlačítka **New** vyjede okno (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). V tomto okně se volí typ souboru, který chceme vytvořit. Nachází se zde například skica, součást, sestava a také 2D výkres. Dále se volí název souboru. Po zvolení těchto kolonek se objeví pracovní prostředí PTC Crea Parametric.



Obr. 3 - Prostředí při spuštění PTC Creo Parametric



New

Vytvoří nový model.



Open

Otevře existující model.



Open Last
Session

Otevře poslední relaci.



Select Working
Directory

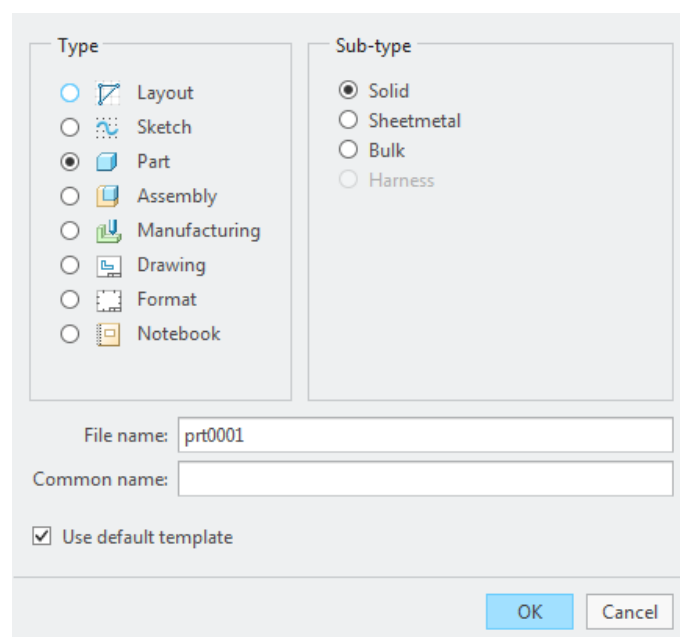
Vybere pracovní adresář. Nutno provést vždy před zahájením vytváření modelu v PTC Creo Parametric.



Erase Not
Displayed

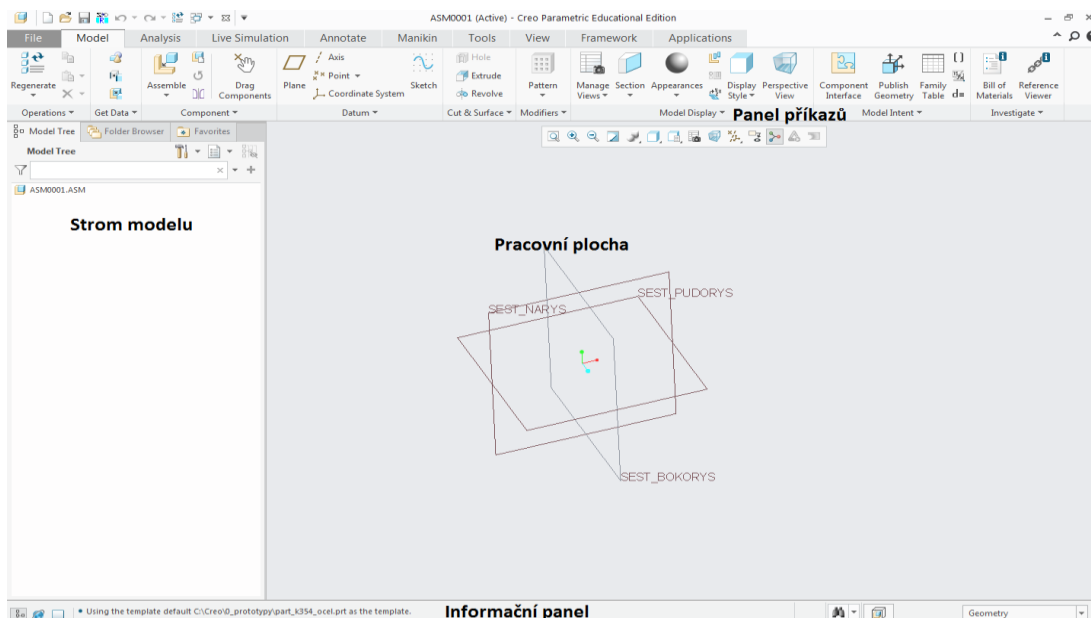
Vymaže paměť PTC Creo Parametric neaktivních souborů.

Module Framework se využívá v sestavě (**Assembly**).



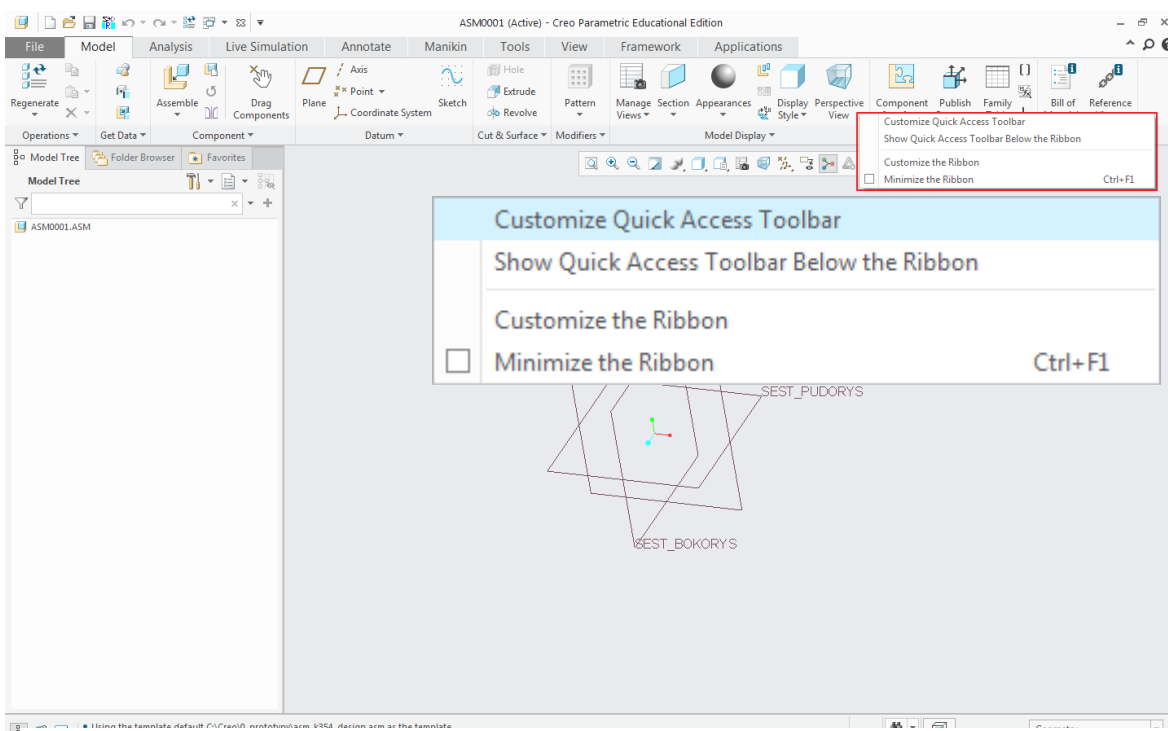
Obr. 4 - Okno pro volbu typu souboru

Zde na ukázkou nalezneme pracovní prostředí PTC Creo Parametric. Na obrázku níže jsou popsány a rozděleny sektory prostředí. Při jiném typu souboru se liší obsah panelu příkazů, který vždy obsahuje příkazy k danému typu.



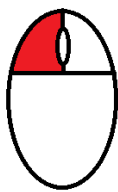
Obr. 5 - Pracovní prostředí sestavy

Panel příkazů je možné si přizpůsobit dle vlastní potřeby, a to kliknutím pravým tlačítkem myši na oblast panel příkazů, a následně zvolením možnosti **Customize Quick Access Toolbar**.

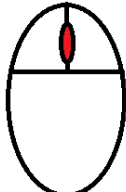


Obr. 6 - Úprava panelu příkazů.

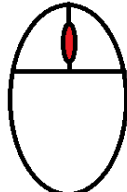
Funkce pomocí tlačítek myši a klávesnice



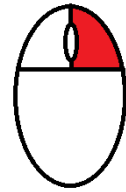
Výběr



Rotace (zmáčknutí)



Přiblížení (rolování)



Vyvolání rychlé nabídky (podržení)

Výběr zleva doprava = vybere jen ty součásti, které se nachází ve výběrovém okně celé.

Výběr zprava doleva = vybere všechny součásti, které se dotýkají výběrového okna nebo se v něm nachází.

Střední kolečko (zmáčknutí) + SHIFT = posun.

Lišta základních nástrojů



Obr. 7 - Lišta základních nástrojů



Refit – přizpůsobí přiblížení tak, aby se celý objekt objevil přes celou obrazovku.



Zoom in – přiblíží detailněji obraz do vybraného okna.



Zoom out – oddálí obraz na širší perspektivu.



Repaint - odstraní všechny dočasně zobrazené informace.



Rendering options – možnosti renderování obrazu.



Display style – k výběru stylu zobrazení objektu.



Saved orientations – základní uložené orientace obrazu (nárýs, půdorys, bokorys).



View manager – otevře okno „View manager“.



Perspective View – změna rovnoběžného promítání na perspektivní a naopak



Datum display filters – zobrazí nebo zakryje osy, plochy, souřadné systémy a body.



Annotation display – zobrazí prostorové anotace.



Spin center – zapne nebo vypne otáčecí střed.

2 Framework

2.1 Seznámení s Frameworkem v PTC Creu

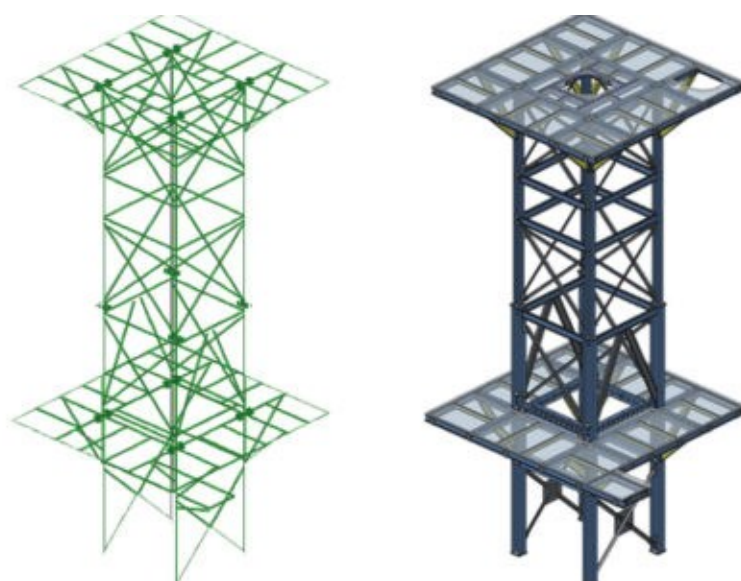
2.1.1 Základní informace

Modul Framework v Creo Parametric je určen pro tvorbu rámových konstrukcí, jak pro montované, tak i pro svařované konstrukce. Cílem tohoto modulu je ulehčit, zrychlit a zlevnit proces návrhu rámových konstrukcí. Je možné načrtnout drátový model, vybrat z knihovny různé profily a vložit je namísto drátového modelu. Poté stejně rychle program ořeže všechny potřebné vybrané profily. Lze přidávat různá spojení mezi profily nebo vybavením, jako jsou například záslepky, kolečka, zábradlí, schody a podobně. Několika kliknutími lze vygenerovat technické výkresy jednotlivých komponentů a kusovníky. Umožňuje rychlé a snadné úpravy. [6]

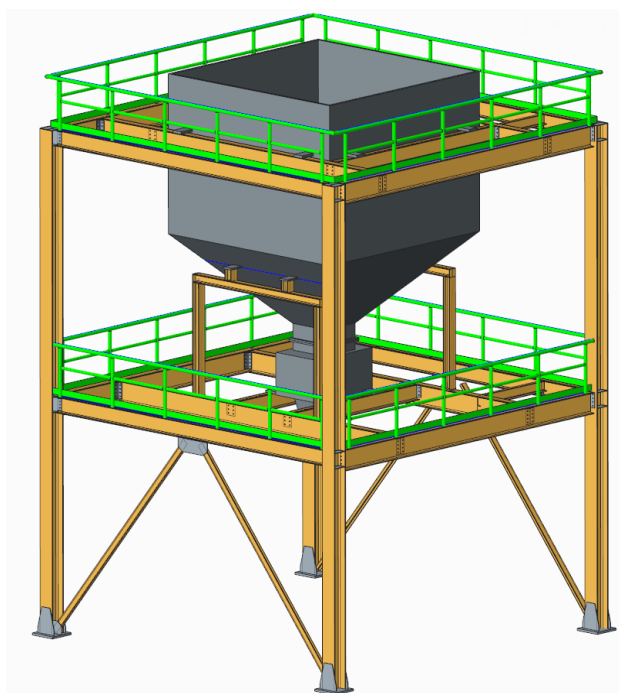
Creo Parametric umí propojit rámovou konstrukci, vytvořenou pomocí framework, s rozsáhlými možnostmi modelování svarů. Mezi ně patří kombinovaný nástroj, preference svarů, anotace svarů, zjednodušené přepínání mezi lehkými a povrchovými svary a schopnost modifikovat svary pomocí symbolů. Je možnost také získat cenné informace z modelů svarů, jako jsou hromadné vlastnosti, vůle, interference a údaje o výrobních nákladech. [2]

2.1.2 Využití

Modul lze využívat v různých typech odvětví, převážně v těch, které se zabývají konstrukcí různých rámových celků. Tyto celky mohou být složeny jak z normalizovaných profilů, tak i z profilů, které si sami vytvoříme. Jsou výhodné pro tvorbu hal, ramp, skeletů konstrukcí, plošin a podobně. Na Obr. 8 a Obr. 9 jsou uvedeny příklady vytvořených rámových konstrukcí pomocí modulu Framework.



Obr. 8 – Drátový model x Model s profily [4]



Obr. 9 – Nosná konstrukce sýpky [1]

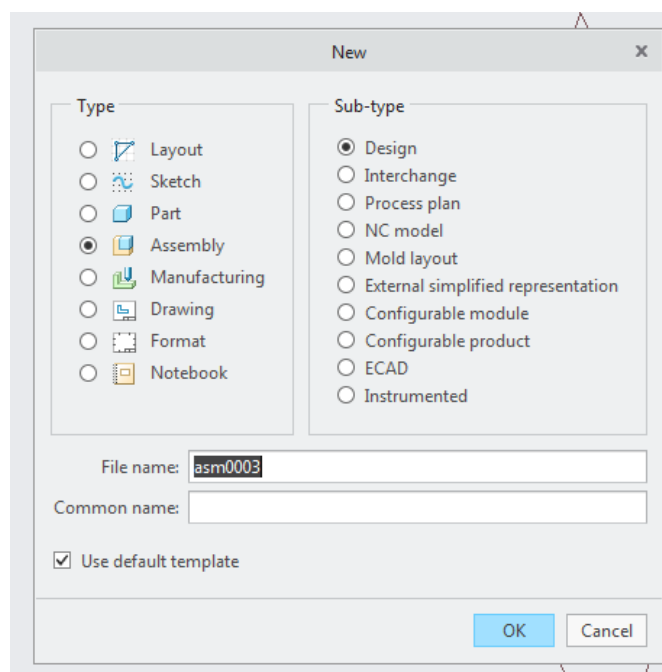
2.1.3 Potřebné předpoklady

Pro práci s Frameworkem se předpokládá schopnost pracovat s PTC Creem Parametric, jeho moduly, knihovnamí a dalšími nezbytnými věcmi. Bez těchto požadavků bychom nebyli schopni vytvořit plnohodnotný model, sestavu, popřípadě výkresovou dokumentaci.

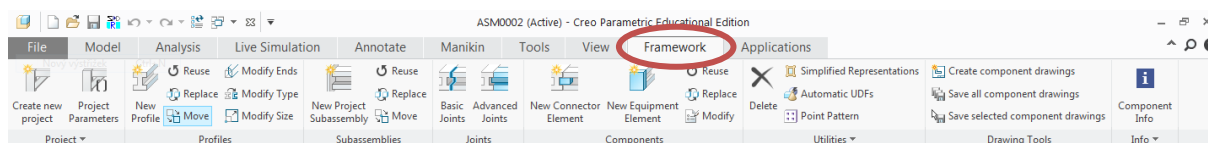
2.2 Prostředí Framework

2.2.1 Záložka Framework

Do modulu Framework se lze dostat zapnutím Crea Parametric, kliknutím na záložku **New**, následně vytvoření sestavy a pojmenováním ji. Tím se otevře pracovní prostředí a na horní straně, v panelu nástrojů, najdeme záložku s názvem **Framework**.



Obr. 10 - Založení sestavy po spuštění PTC Crea Parametric

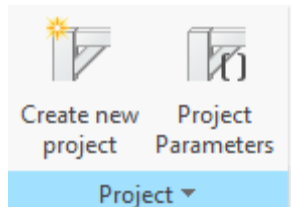


Obr. 11 - Záložka Framework v panelu nástrojů

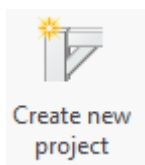
V této záložce se nachází nespočet funkcí pro tvorbu rámové konstrukce, které jsou dále podrobně popsány a následně ukázány na vzorových příkladech.

2.2.1.1 Project

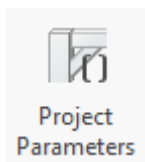
Blok "Project" slouží k vytvoření nového projektu, přejmenování projektu, dále k exportu a importu profilů a také určování parametru projektu.



Obr. 12 – Blok Project



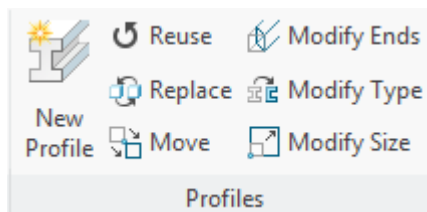
Create new project – definuje nový projekt, ten lze libovolně nazvat (méně než 25 znaků). Při volbě názvu není možné používat diakritiku a mezery.



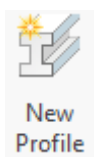
Project Parameters – definuje parametry projektu při vytváření výkresu.

2.2.1.2 Profiles

Blok "Profiles" je určen na práci s profily, jako je jejich vytvoření a následná úprava.



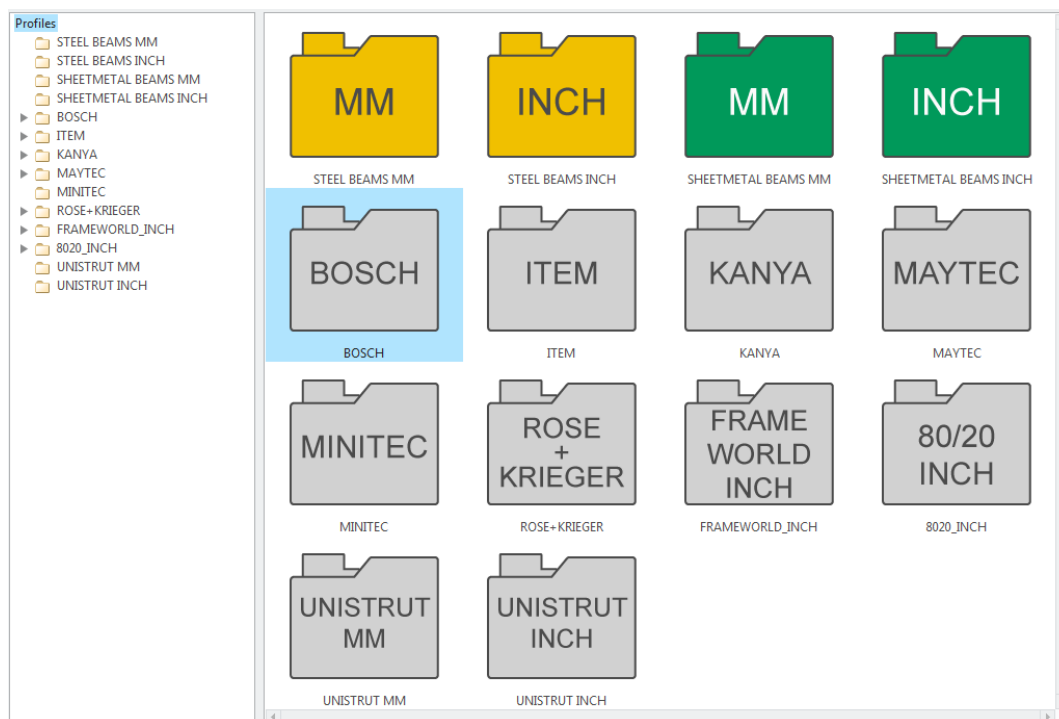
Obr. 13 - Blok Profiles



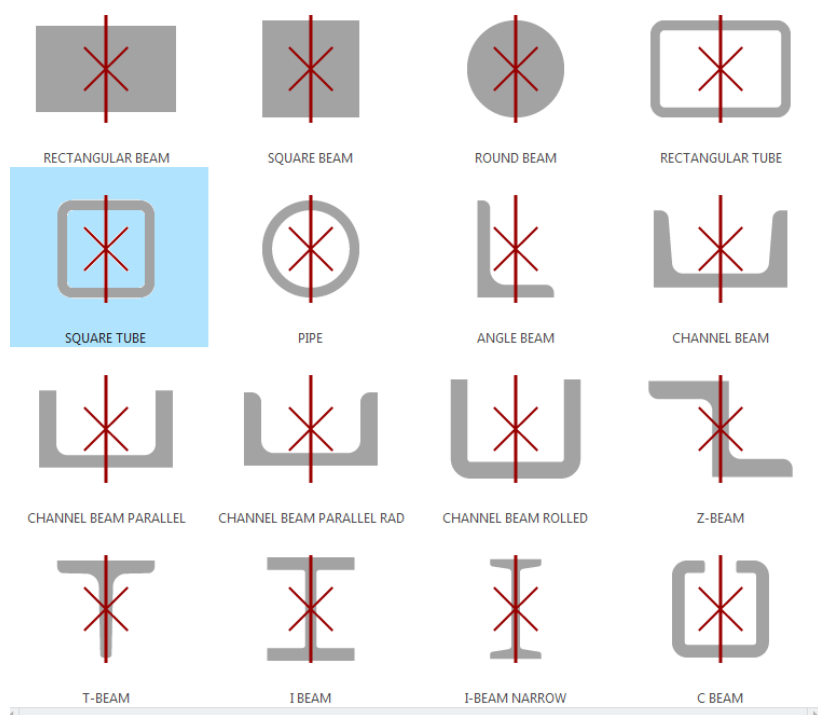
New Profile – Vytvoří nový profil

Tímto příkazem se vybere profil, který je potřeba na navrhovanou rámovou konstrukci. Modul Framework obsahuje velké množství profilů od klasických ocelových až po hliníkové využívané k montování robotických linek. Taky je zde možnost vytvořit si vlastní profil.

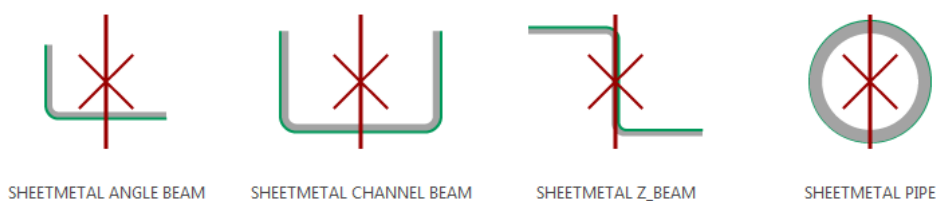
Jak lze vidět na obrázcích níže, profily jsou rozděleny do složek. Klasické ocelové profily jsou rozděleny do dvou žlutých složek, přičemž jedna má rozměry v mm a druhá rozměry v palcích. V zelených složkách se nachází standardní plechové profily, což jsou "L-ka", "U-čka", "Z-ka" a trubky. Zbylé šedé složky jsou rozděleny podle názvů výrobců, kde se převážně nacházejí konstrukční hliníkové profily.



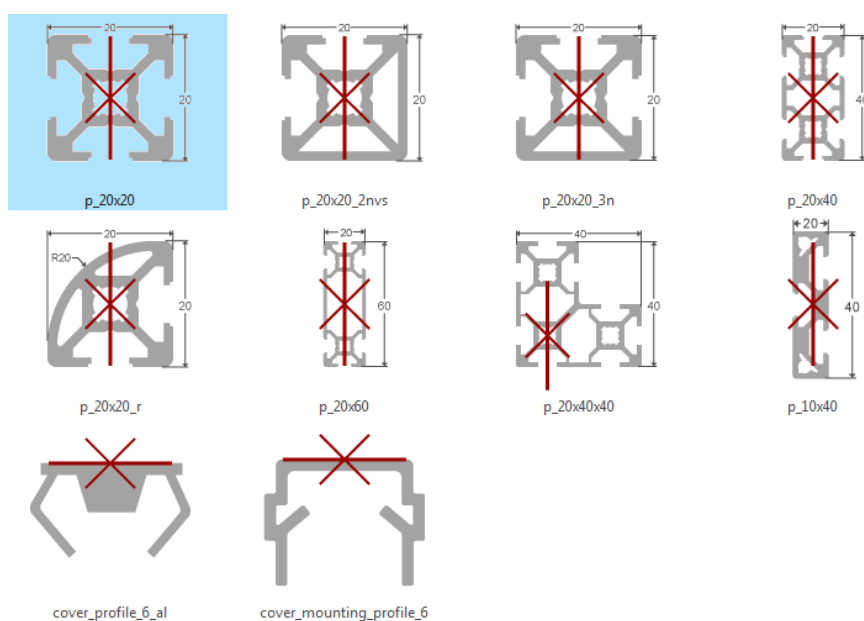
Obr. 14 - Okno s profily, rozdělenými do složek



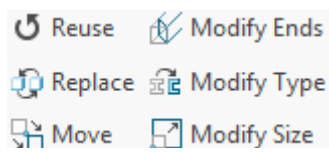
Obr. 15 - Žlutá složka – normalizované ocelové profily



Obr. 16 - Zelená složka – normalizované plechové profily



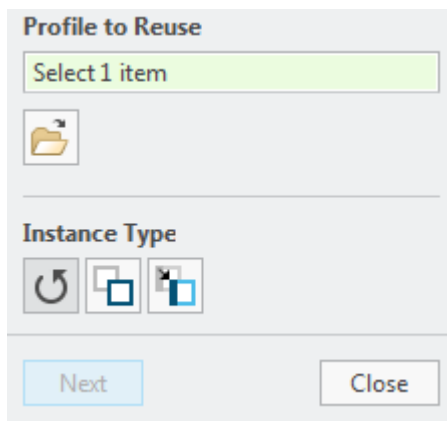
Obr. 17 - Složka Bosh – profiles_6



Obr. 18 - Úprava profilů

Reuse – vytvoří již použitý profil.

Po zvolení tohoto příkazu vyjde okno, kde lze volit mezi třemi možnostmi.



Obr. 19 – Možnosti okna “Reuse“



Znovu sestaví existující profil na jiném místě. Profil je asociativní s referenčním.



Sestaví kopii existujícího profilu i s jeho úpravami. Profil není asociativním s referenčním profilem. Vytvoří se nový samostatný profil.



Sestaví nový profil a zkopíruje základní profil referenčního profilu. Nevytvoří úpravy referenčního profilu.

Replace – nahradí profil.

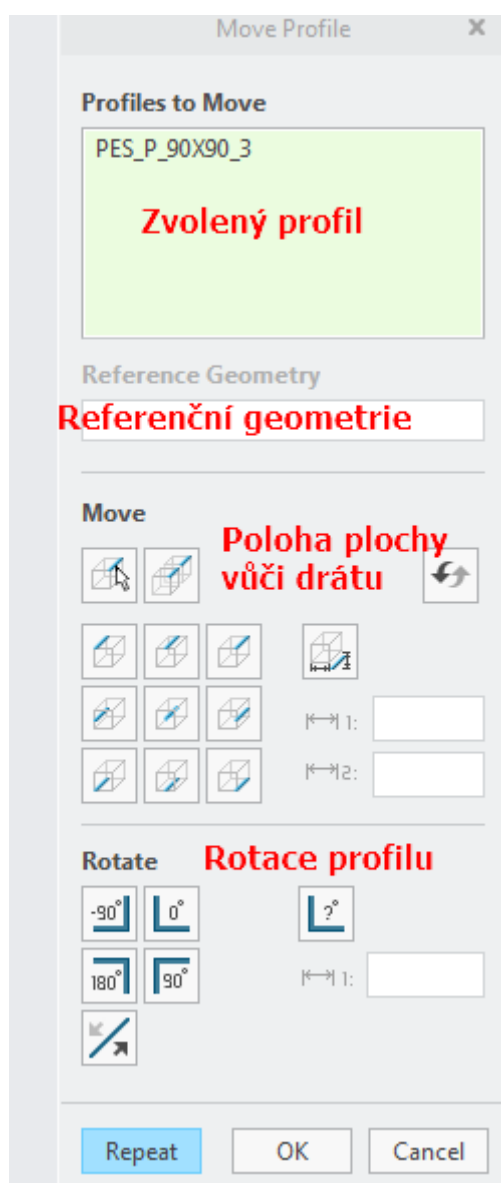
Při rozkliknutí této záložky jsou na výběr 4 možnosti nahrazení profilu. První tři možnosti jsou stejné jako u předchozí záložky. Poslední je popsána na obrázku níže.



Nahradí profil kopírováním sám sebe.

Move – přesunutí profilu a jeho rotace.

Při jeho rozkliknutí vyjde tabulka, kde lze profil různě přemísťovat dle potřeby. Jak bude plocha doléhat vůči zvolené úsečce, či křivce. Také lze zde provést rotaci profilu.



Obr. 20 - Okno "Move"

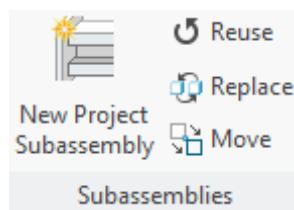
Modify Ends – změna konce profilu. Změna úhlu a odsazení konce.

Modify Type – změna typu profilu.

Modify size – změna velikosti profilu a normy.

2.2.1.3 Subassemblies

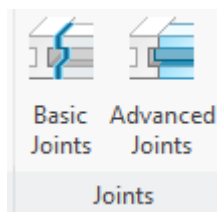
Blok "Subassemblies" slouží k editaci a vytvoření podsestav. Příkazy, které v tomto bloku najdeme, fungují na stejném, výše uvedeném, principu. Změnou je, že pracují s podsestavou, nikoliv s profilem samotným.



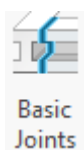
Obr. 21 - Blok " Subassemblies

2.2.1.4 Joints

Blok "Joints" slouží k editaci pro vzájemné spojení součástí.

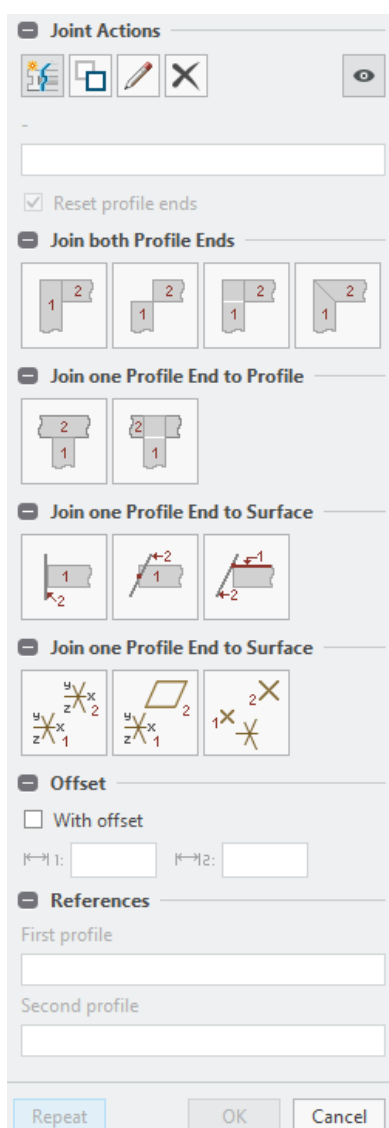


Obr. 22 - Blok "Joints"

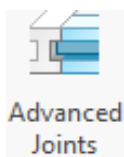


Basic Joints – základní spojení profilů.

K dispozici jsou různá spojení profilů, konec na bok, rohy s mezerou, rohy po 45° a další. Podle Obr. 23 lze vidět, že v Creu je jasně naznačené a zřetelné, jak spojení bude vypadat, a jak ho vytvořit.

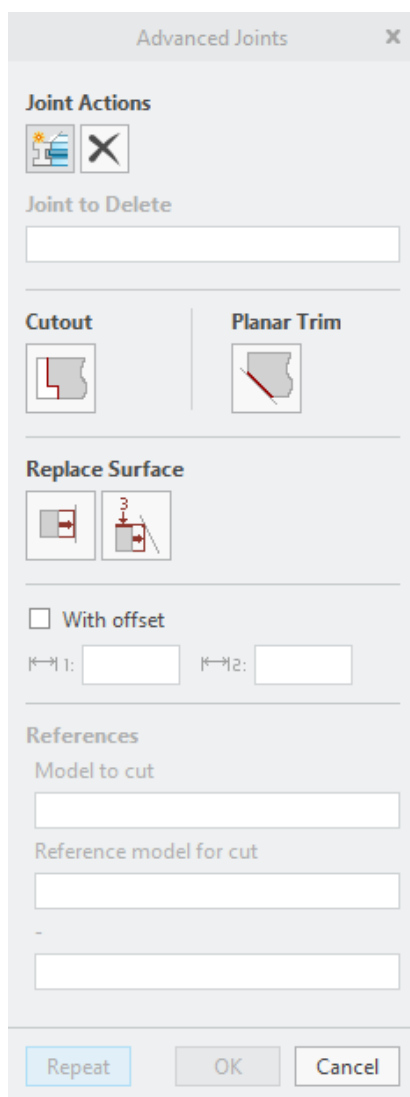


Obr. 23 - Okno "Basic Joints"



Advanced Joints - pro vytvoření pokročilého spoje.

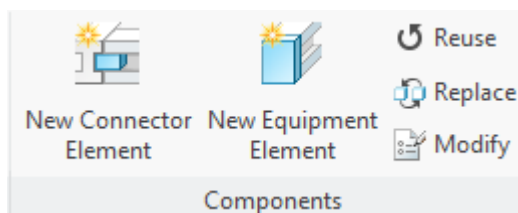
Pokud základní spojení profilů nestačí, nachází se zde pokročilé spojení. Zde je na výběr oříznutí vůči rovině nebo vytvořenou skicou či nahrazení zvolené plochy.



Obr. 24 - Okno "Advanced Joints"

2.2.1.5 Components

Blok "Components" obsahuje knihovny se spojovacími a funkčními přídatnými komponenty. Díky tomu lze lehce vytvořit různé spoje, jak pro svařované konstrukce, tak i pro montované. Také se zde nachází kompletní komponenty, jako například různá kolečka, krytky a zábrany, které lze běžně koupit u daného výrobce. V knihovně se také nacházejí schody, zábradlí a žebříky, které lze vytvořit velmi jednoduše a rychle.

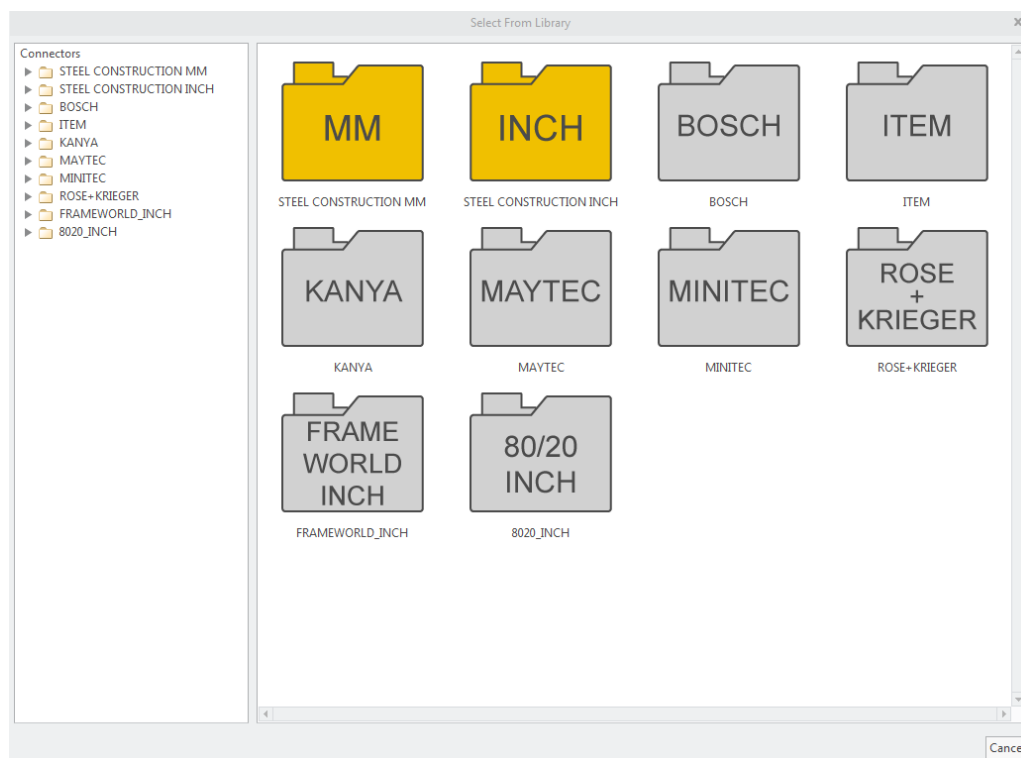


Obr. 25 - Blok "Components"

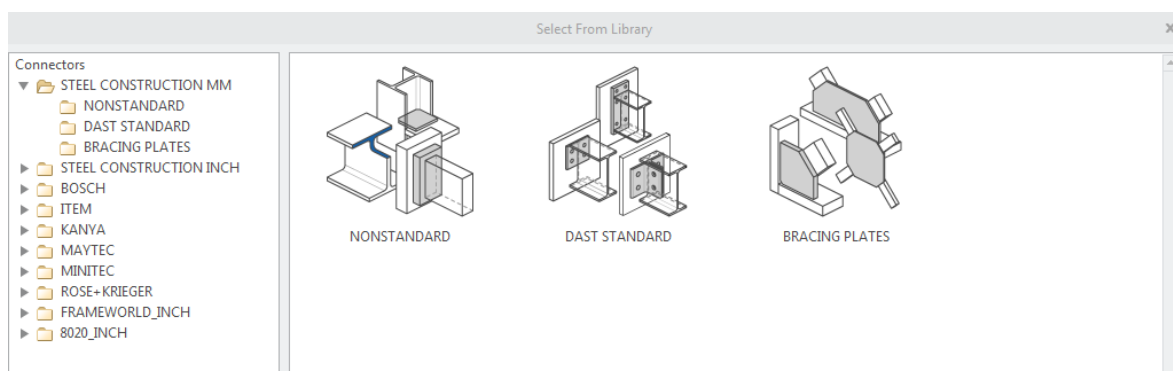


New Connector Element - vytvoří novou spojovací součást.

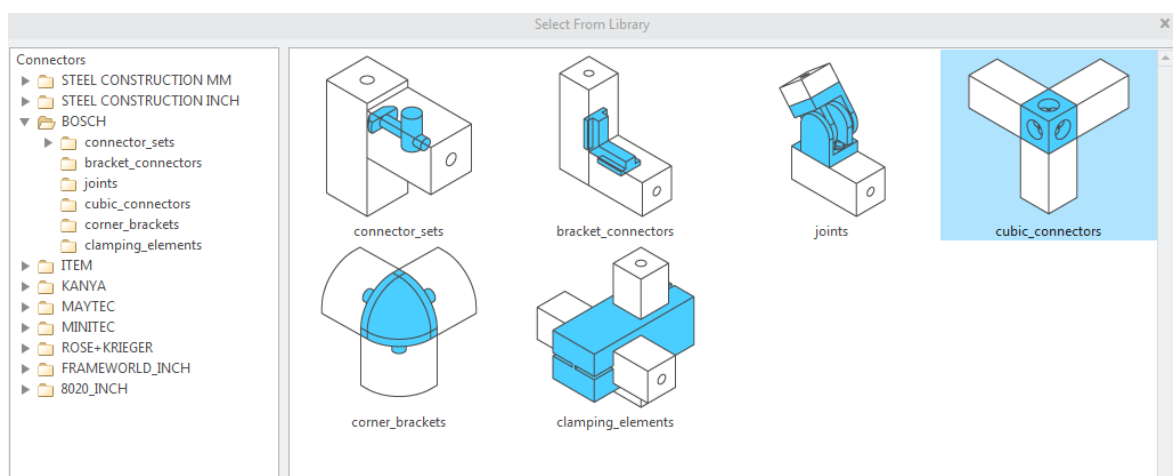
Po vyvolání příkazu se otevře okno se složkami. V prvních dvou (žlutých) složkách se nachází spojovací díly pro ocelové konstrukce, a to buď pro montované, nebo pro svařované. V ostatních šedých složkách jsou spojovací materiály pro montované hliníkové konstrukce, které jsou rozděleny dle firmy, která je dodává.



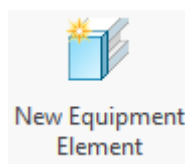
Obr. 26 - Okno se složkami spojovacích dílů



Obr. 27 - Spojovací díly pro ocelové konstrukce

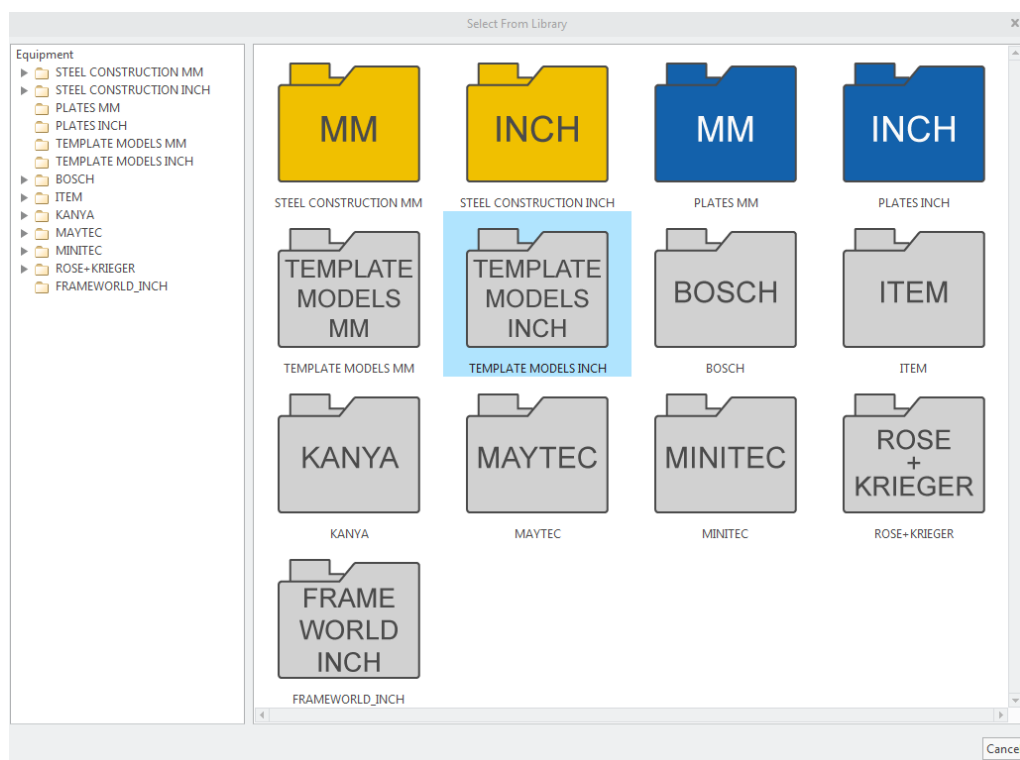


Obr. 28 - Spojovací díly pro hliníkové montované konstrukce - Bosh

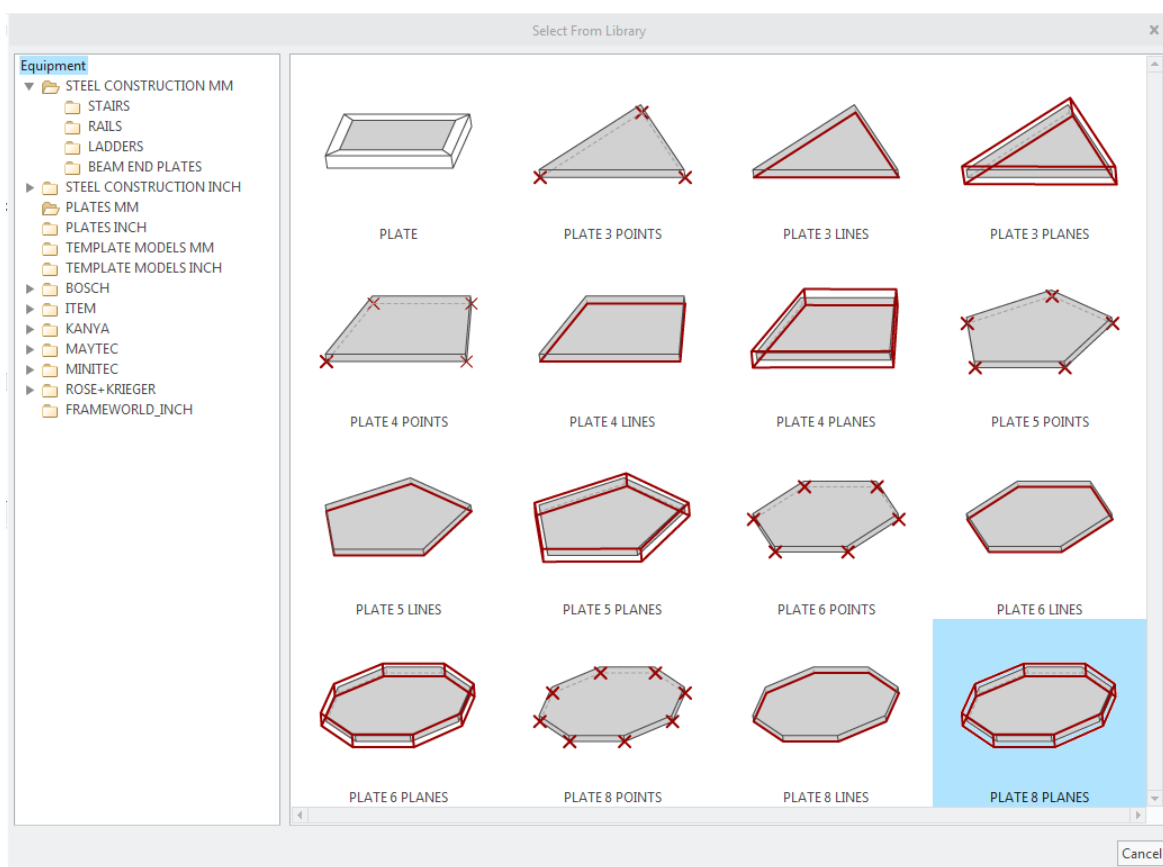


New Equipment Element - vytvoří nové vybavení.

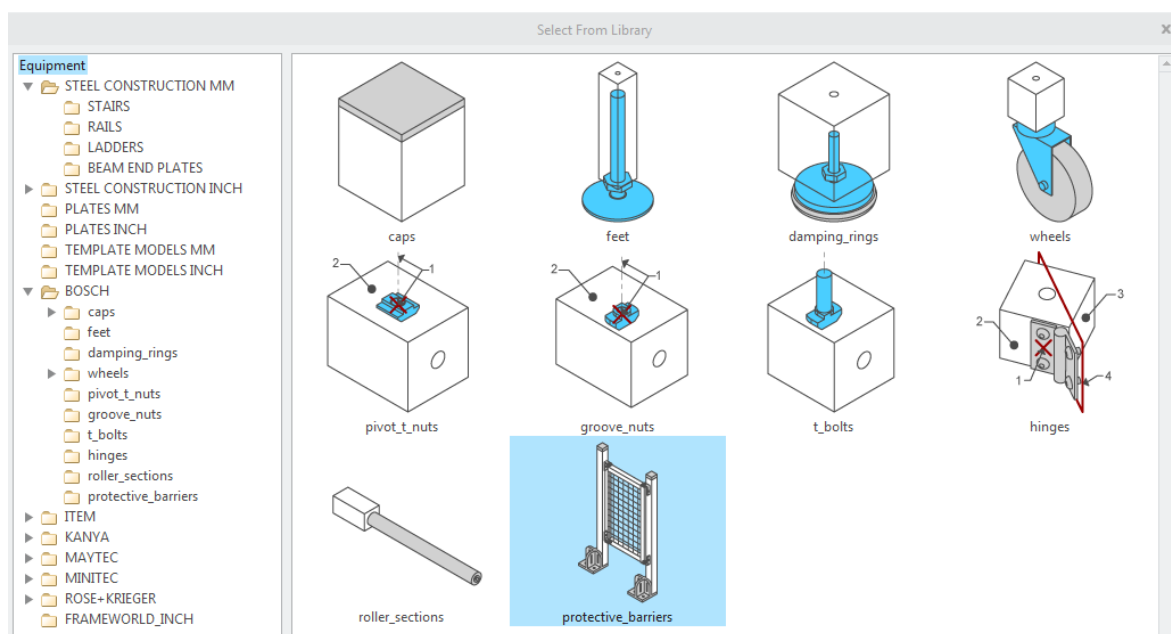
Tento příkaz otevře okno se složkami, kde se nachází různé konstrukční celky, plechy, kryty a další. V prvních dvou žlutých složkách se nachází vybavení pro ocelové konstrukce, a to v podobě schodů, zábradlí, žebříků a záslepek. V dalších modrých složkách jsou plechy. Poslední šedé složky obsahují vybavení, které je rozděleno dle firmy. Při zvolení složky Bosch jsou tyto vybavení kompatibilní se všemi profily a spoji od této firmy.



Obr. 29 - Vybavení pro ocelové konstrukce



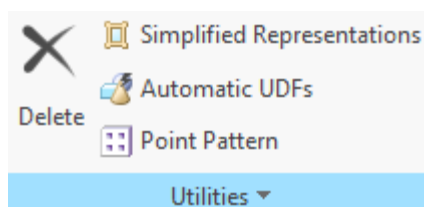
Obr. 30 - Knihovna plechů



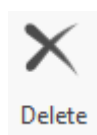
Obr. 31 - Vybavení pro montované hliníkové konstrukce - Bosh

2.2.1.6 Utilities

Blok "Utilities" disponuje užitečnými funkcemi, které se při rámové konstrukci mohou hodit.



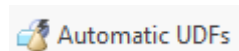
Obr. 32 - Blok " Utilities"



Delete - vymaže AFX element.



- slouží k nastavení úrovně prezentace součástí, šroubů a kolíků. Lze zvolit 3 druhy detailů, a to buď úplný, poloviční anebo nízký. Podle zvolených detailů je procesor PC pak více, nebo méně zatěžován.




- k definování děr nebo výřezů, v součástích nebo sestavách, které mají být provedeny v částech, kde se dotýká rovina XY souřadnicového systému.


 **Point Pattern** - vytvoří pole děr, dle zadaných hodnot.

2.2.1.7 Drawing Tools

Blok "Drawing Tools " nabízí panel nástrojů s prací s 2D výkresy.

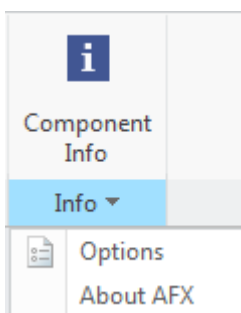
 **Create component drawings** - vytvoří automaticky výkresy všech komponentů z následující sestavy.

 **Save all component drawings** - uloží všechny výkresy komponentů.

 **Save selected component drawings** - uloží výkresy vybraných komponentů.

2.2.1.8 Info

Blok "Info" nabízí nástroje k informacím o AFX a jeho úpravě.



Component Info - zobrazí informaci o komponentu.

Options - upraví možnosti konfigurace AFX.

About AFX - zobrazí aktuální informační data AFX.

3 Ukázky použití Frameworku

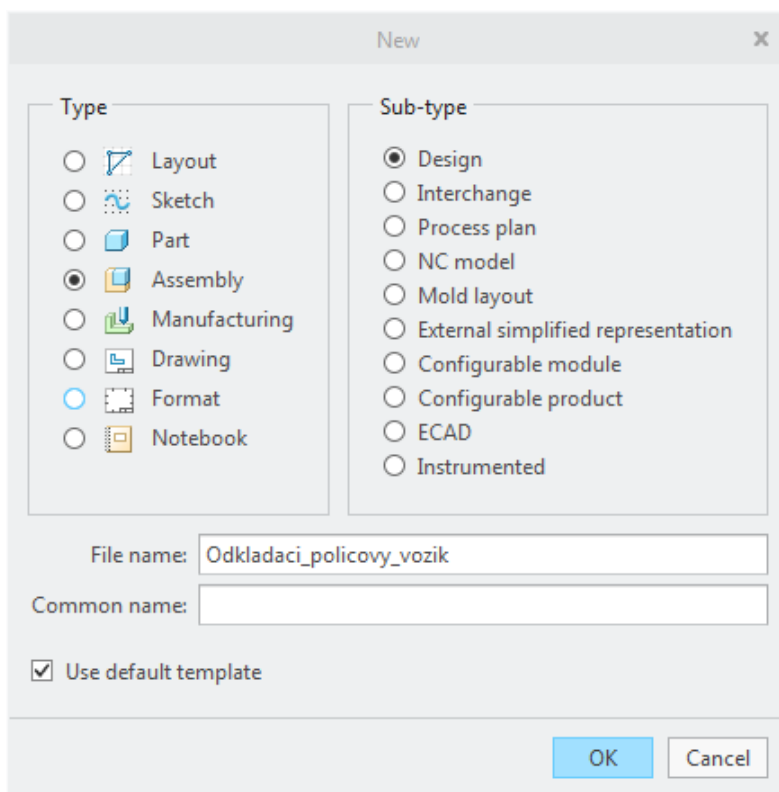
V této části je ukázáno použití Frameworku v praxi. Práce s Frameworkem jsou rozděleny do 4 skupin. Těmi jsou tvorba skeletonu (skica), vkládání profilů, spojení profilů a tvorba připojovacího rozhraní a jako poslední vytvoření sestavného výkresu. První příklad bude tvorba odkládacího policového vozíku, další vytvoření robotické buňky a třetí ukázkou parametrizovaná ocelová konstrukce haly.

3.1 Odkládací policový vozík

V první ukázce si ukážeme, jak vytvořit jednoduchý policový vozík. Vozík bude tvořen z ocelových normalizovaných profilů. Také se naučíme vkládání vlastních dílů do knihoven PTC Creo Parametric.

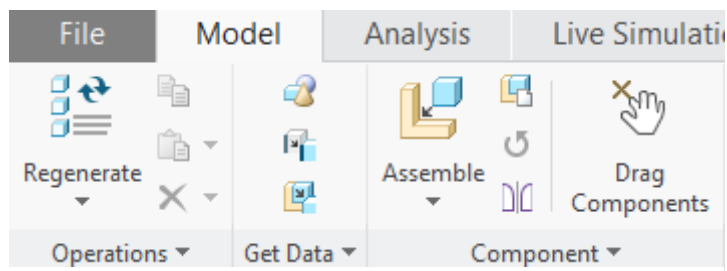
3.1.1 Tvorba skeletonu (skici)

Nejprve si zvolíme pracovní adresář, poté vytvoříme sestavu a zvolíme její název.

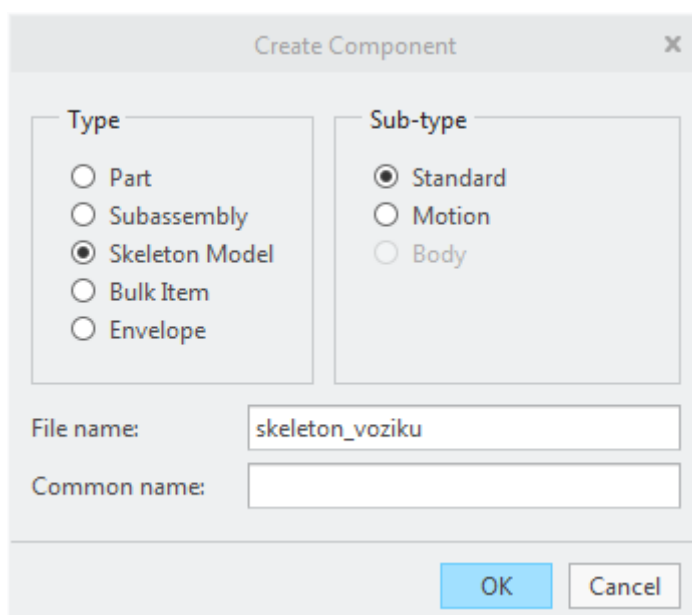


Obr. 33 - Vytvoření sestavy

Dále v záložce **Model**, blok **Component** použijeme funkci **Create** a ve vyskakovacím okně zvolíme **Skeleton Model**. Opět podle potřeby si ho pojmenujeme.

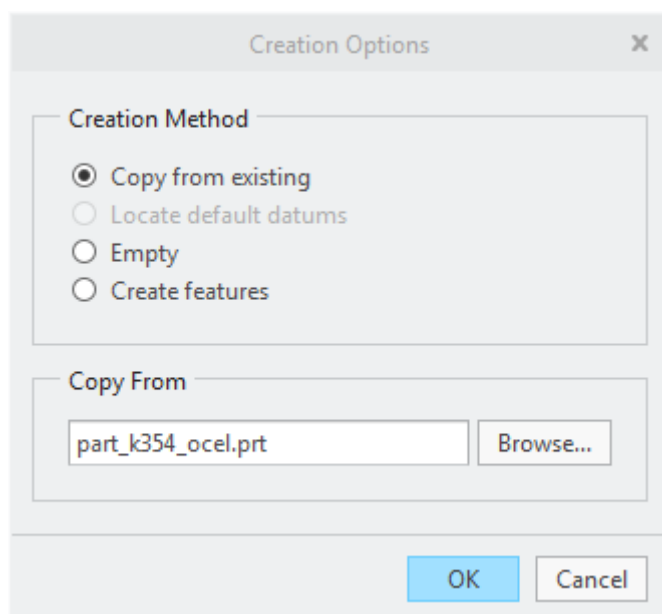


Obr. 34 - Záložka model - Create



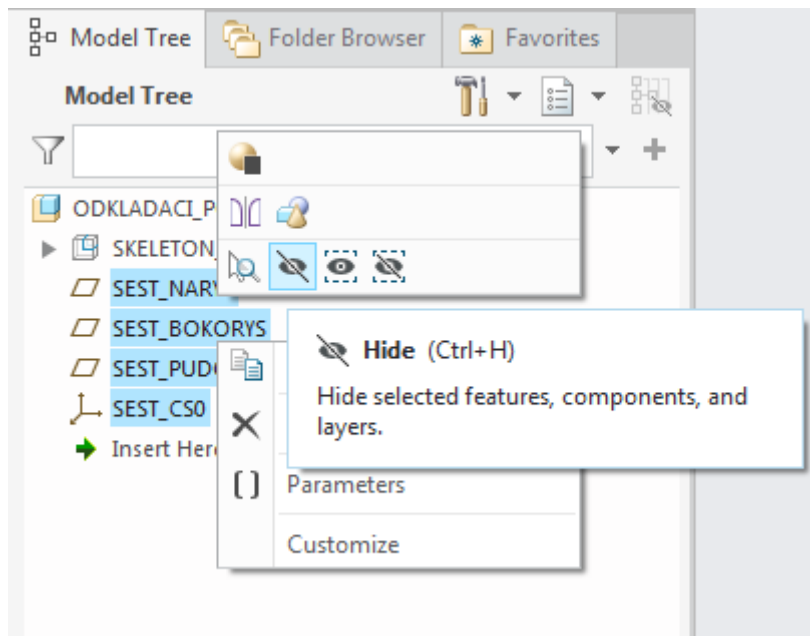
Obr. 35 - Vytvoření skeletonu

Po stisknutí **OK** vyskočí další okno, tady zvolíme **Copy from existing** a **Copy From** necháme. Je to naše standardní startovací šablona.



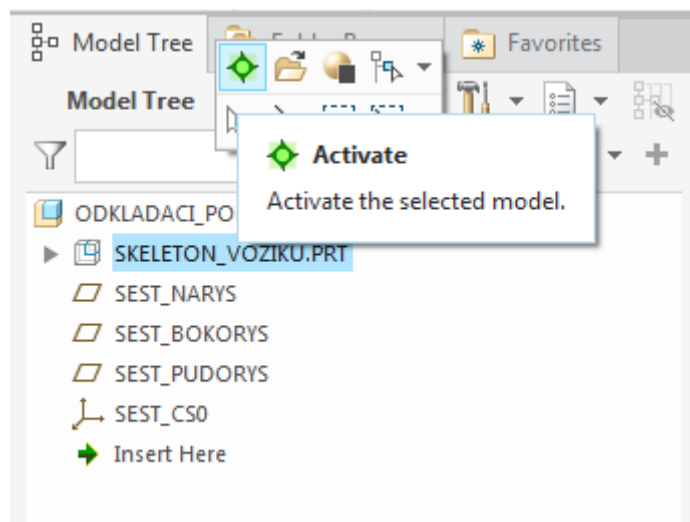
Obr. 36 - Možnosti vytvoření

Tím jsme vytvořili skeleton, v kterém následně budeme tvořit drátový model. Předtím, než se přepneme do skeletonu, zamaskujeme defaultní sestavné roviny, jelikož je nebudeme v tomto případě používat.



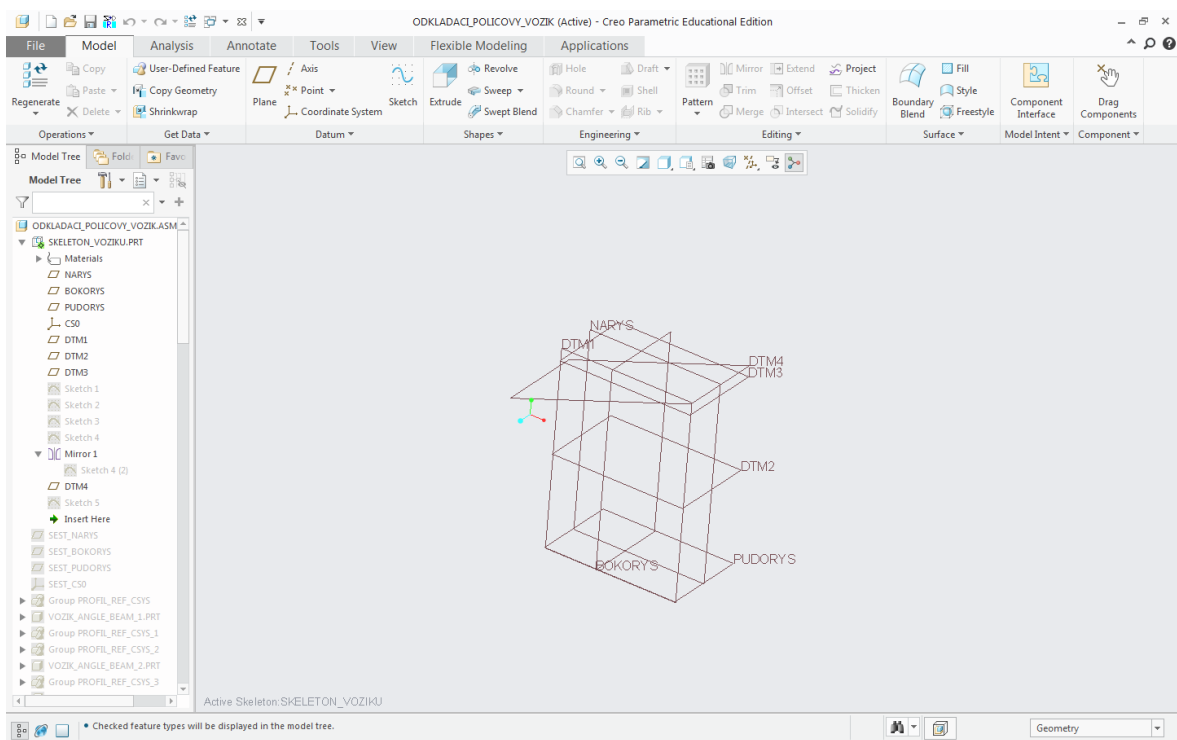
Obr. 37 - Skrytí sestavných rovin

Nyní vstoupíme do skeletonu přes **Activate**.

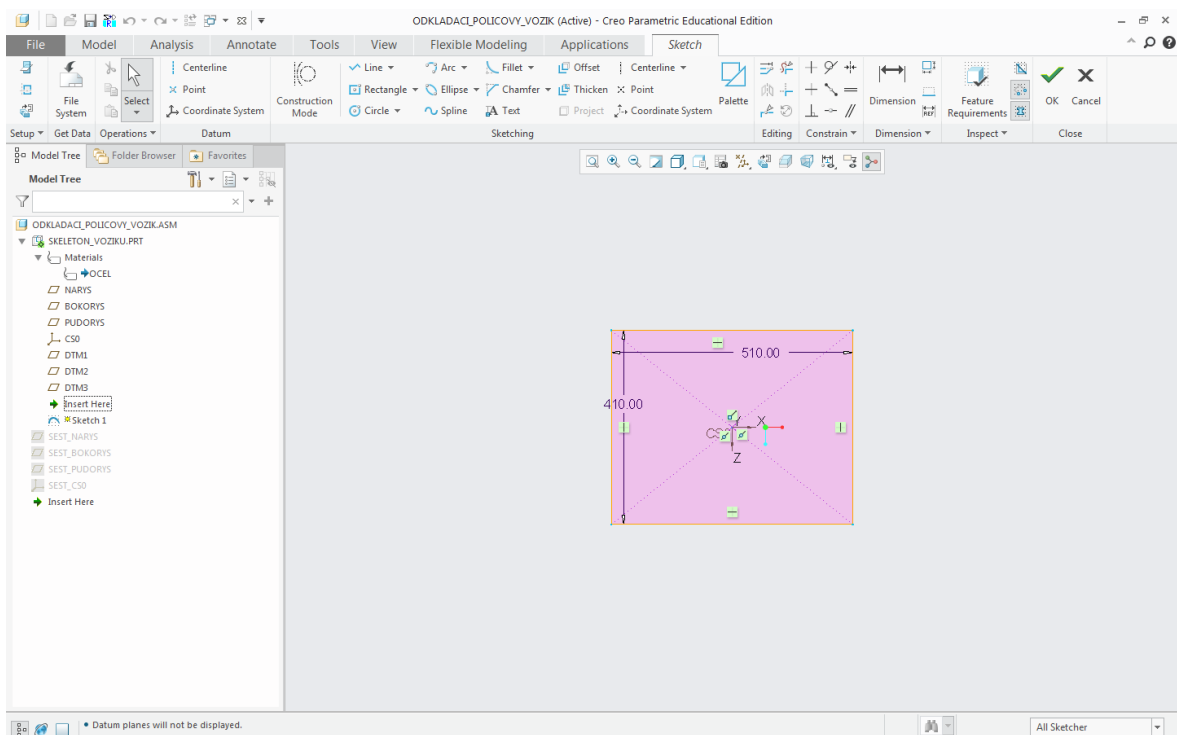


Obr. 38 - Aktivace skeletonu

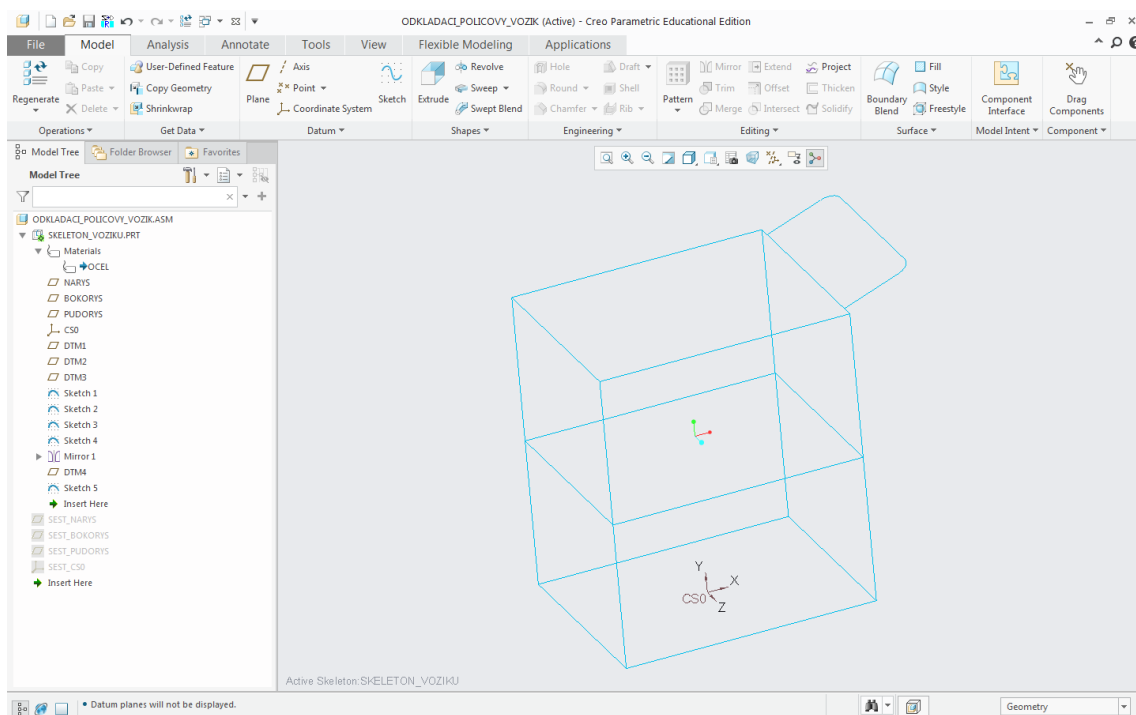
Nyní potřebujeme vymodelovat daný drátový model, na němž budou následně profily. Pomocí rovin a funkce **Sketch** vytvořím skeleton s potřebnými rozměry.



Obr. 39 - Pomocné roviny pro vytvoření skici



Obr. 40 - Vytvoření "Sketchu"



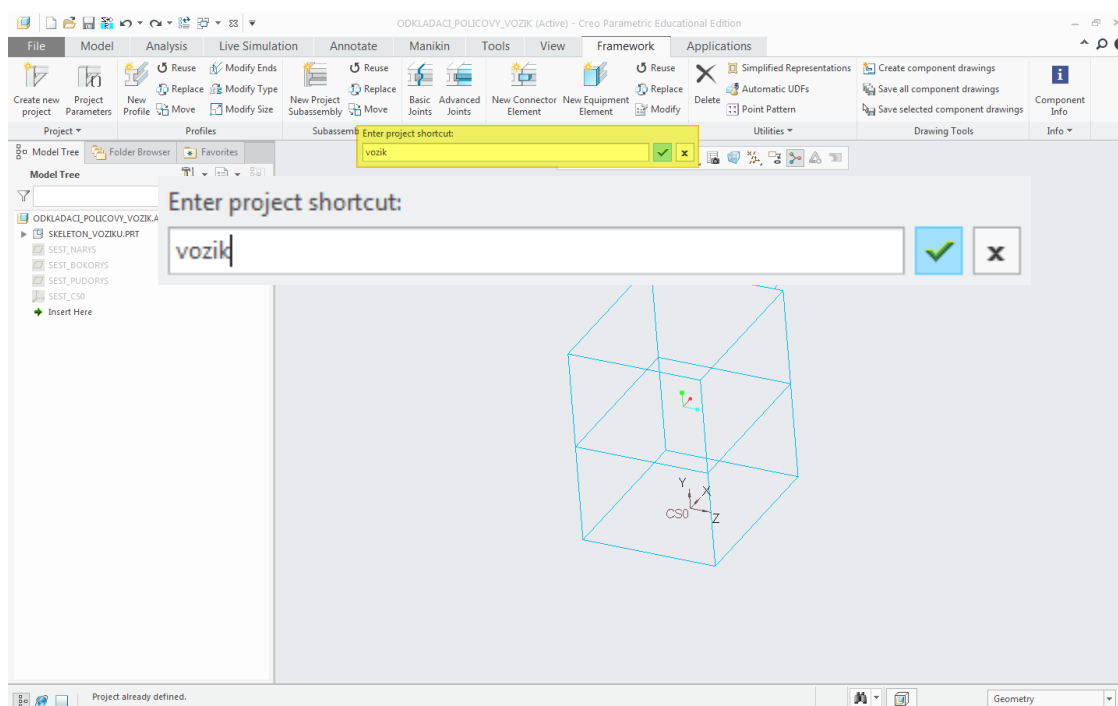
Obr. 41 - Výsledný drátový model (skeleton) vozíku

Po vytvoření celého skeletonu, viz. Obr. 41, se přesuneme zpět do hlavní sestavy, kde budeme pokračovat s další částí, a tou je vkládání profilů.

3.1.2 Vkládání profilů

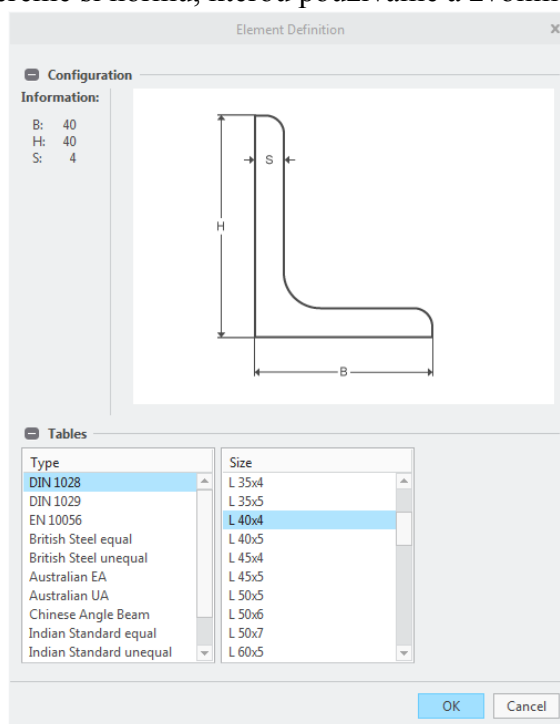
Vozík bude z ocelových profilů, tudíž bude níže ukázáno, jak na skeleton dostat potřebné profily.

Nejdříve vybereme **Create new project** a zvolíme zkratku projektu, v našem případě **vozík**. Tato zkratka bude v názvu před každým profilem, který vytvoříme.



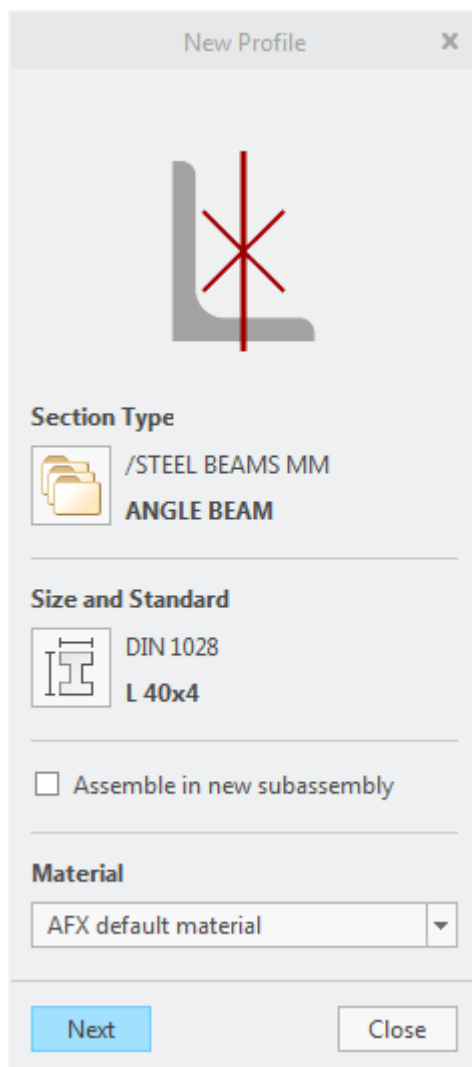
Obr. 42 - Vytvoření projektu a jeho zkratky

Nyní pomocí **New Profile** zvolíme potřebné profily. Začneme se stojkami, ty jsou tvořeny profilem L. Ve vyskočeném okně zvolíme **žlutou složku mm** a zvolíme profil **ANGLE BEAM**. Vybereme si normu, kterou používáme a zvolíme rozměr profilu.



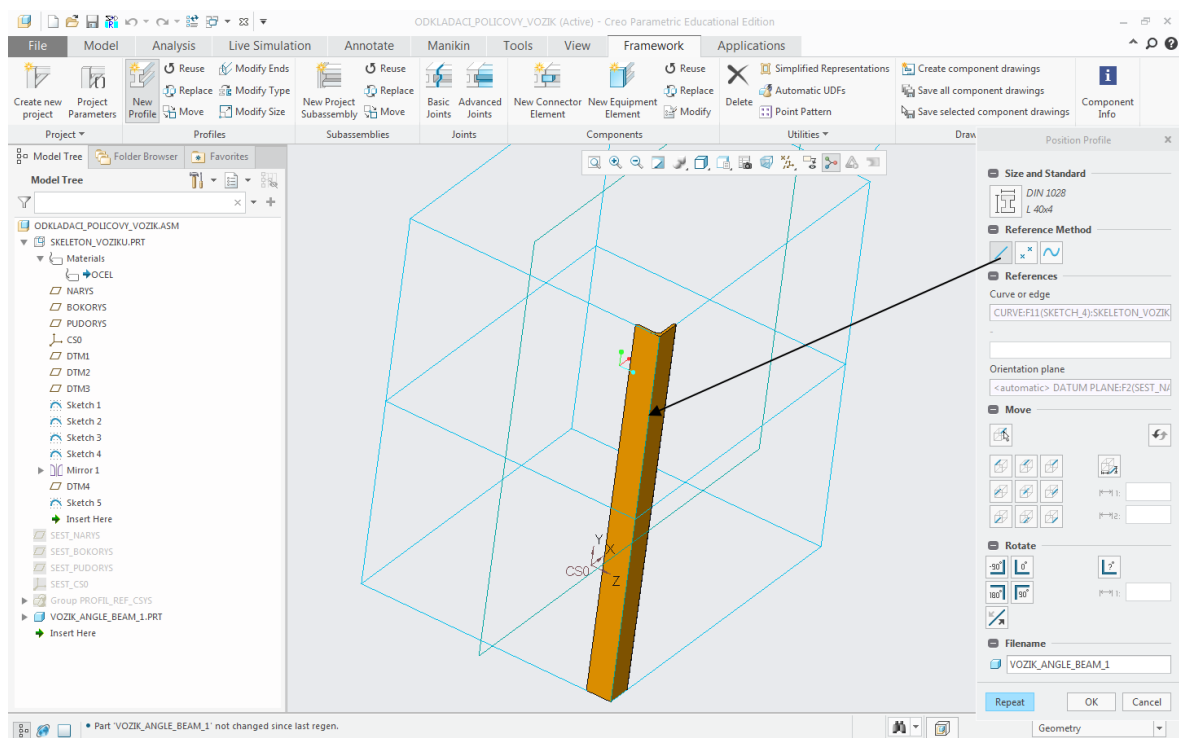
Obr. 43 - Volba profilu stojky

Po stisknutí **OK**, vyjede tabulka, která nám ukáže zvolený profil. V případě jiného rozhodnutí se můžeme vrátit zpět k výběru profilů na stisknutí ikony **složek** nebo **L profilu**. Také se zde nachází část s materiálem, která je defaultně nastavena podle normy.



Obr. 44 - Přehled zvoleného profilu

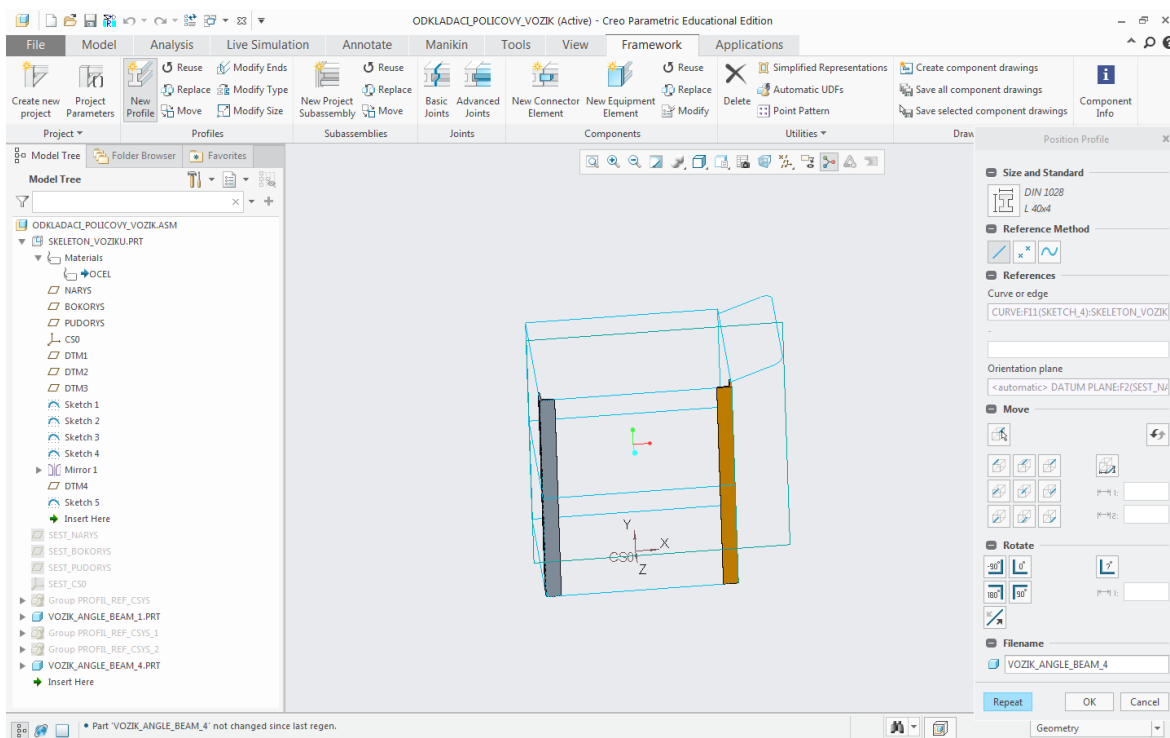
Zmáčknutím **Next** se dostaneme do dalšího okna, kde se volí, na kterou křivku, úsečku nebo mezi jaké body přijde daný profil. Také zde najdeme možnosti posunutí nebo rotace profilu. Zde použijeme možnost úsečky a zvolíme jednu část stojky. Objeví se vizuální část profilu (oranžová) a nastavíme ji tak, aby roh L profilu byl shodný se zvolenou úsečkou skeletonu. Provedeme to pomocí **Move** a **Rotace**.



Obr. 45 - Zvolení a umístění L profilu

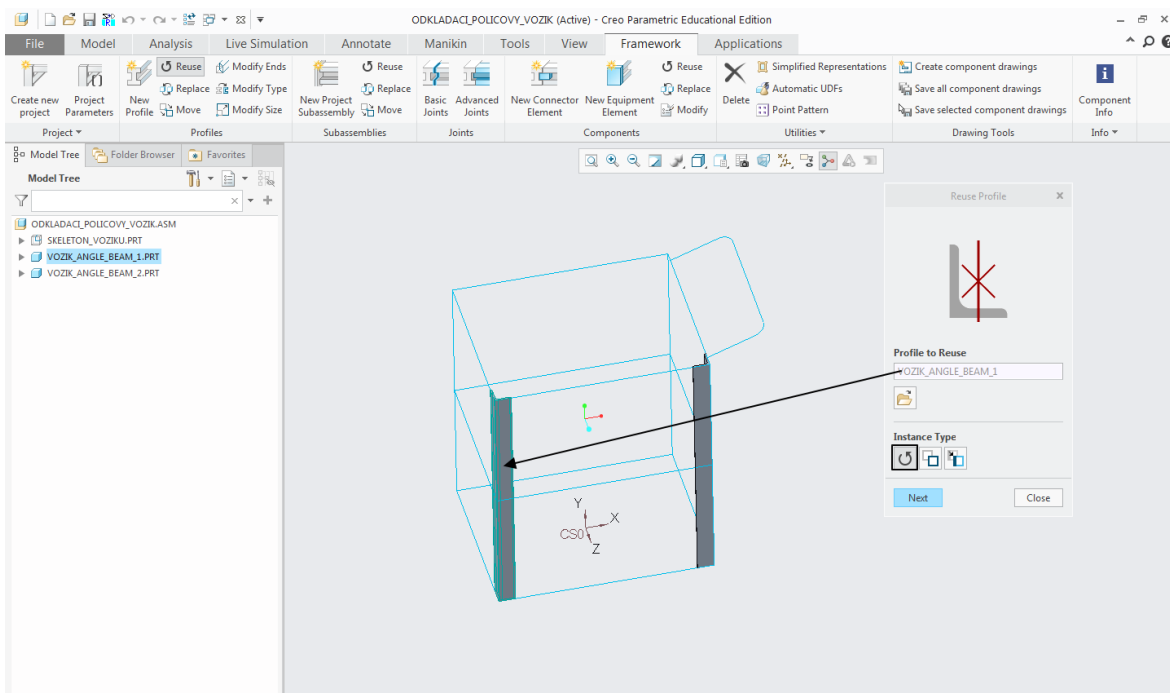
Po umístění profilu, se rozhodneme, zda chceme tento profil použít znovu. Při zvolení **Repeat** tento profil vytvoříme znovu, přičemž bude soběstačný. To způsobí, že při úpravě jednoho profilu se tyto změny neprovedou na ostatních profilech. V našem případě budou páry na každých stranách stejné, proto použijeme **Repeat** i **Reuse**.

Pomocí **Repeat** uděláme stojku i na druhé straně. Každý profil bude mít svůj název.

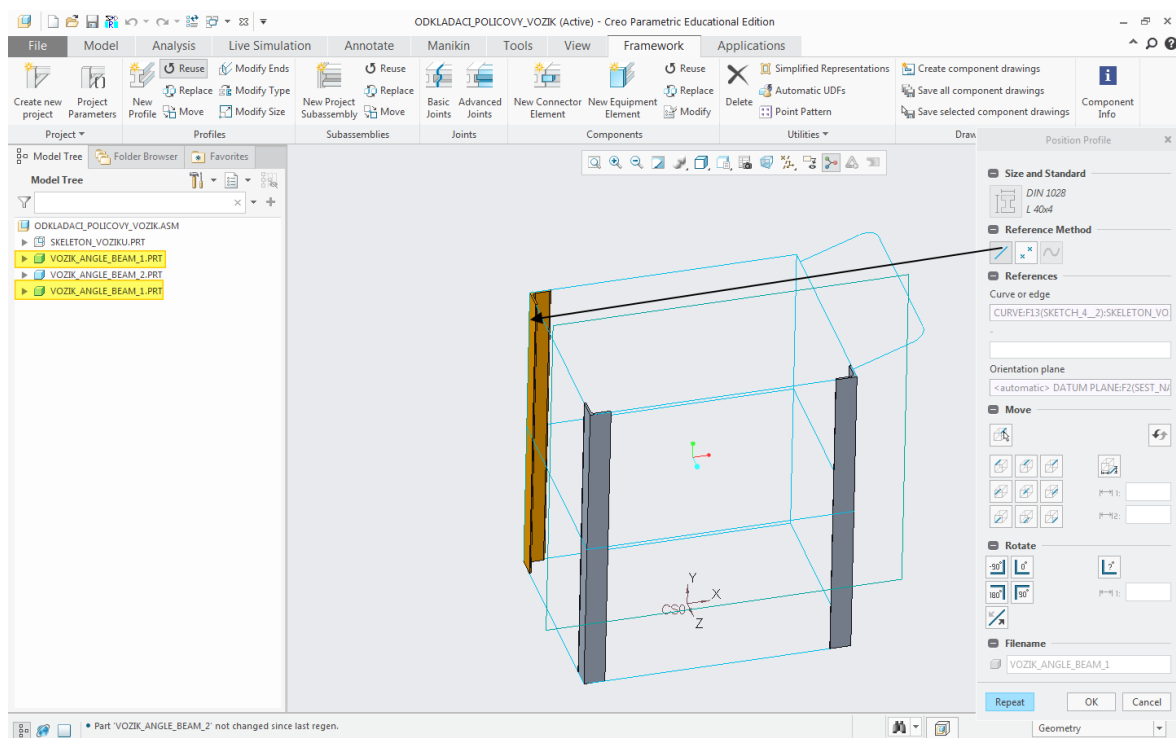


Obr. 46 - Vytvoření druhé stojky

Pomocí **Reuse** vytvoříme společné páry pro každou stojku.



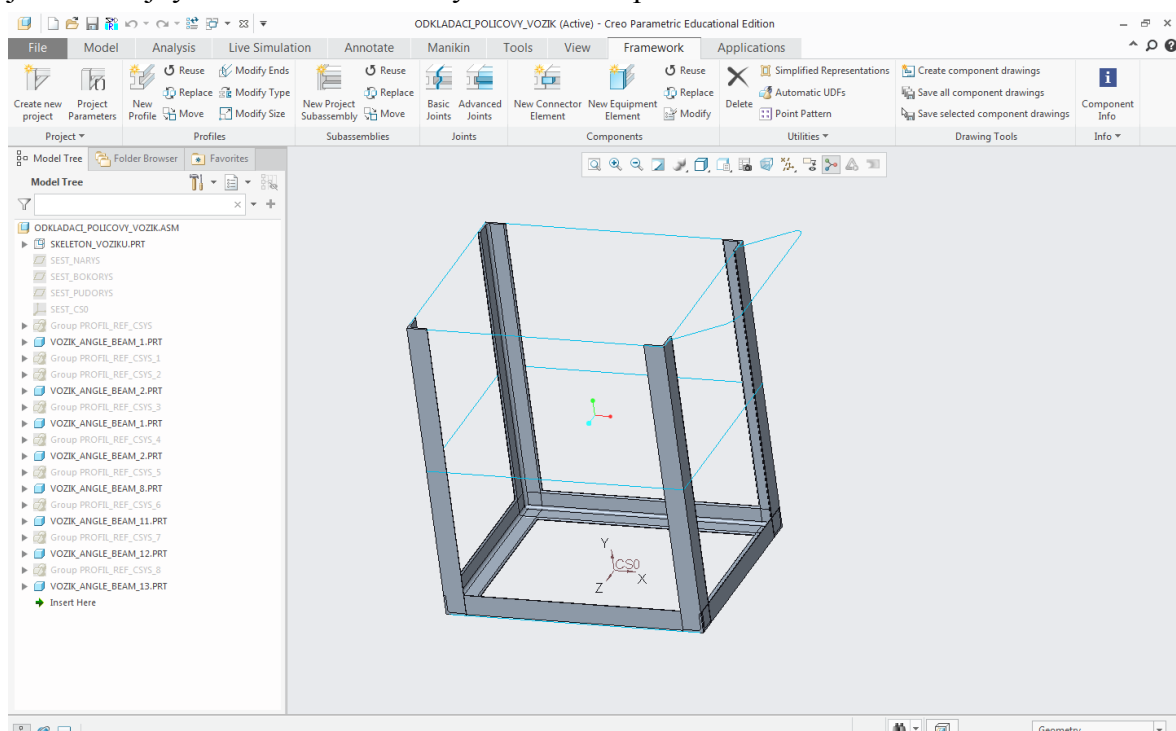
Obr. 47 - Znovu použití profilu



Obr. 48 - Vytvoření asociativního profilu

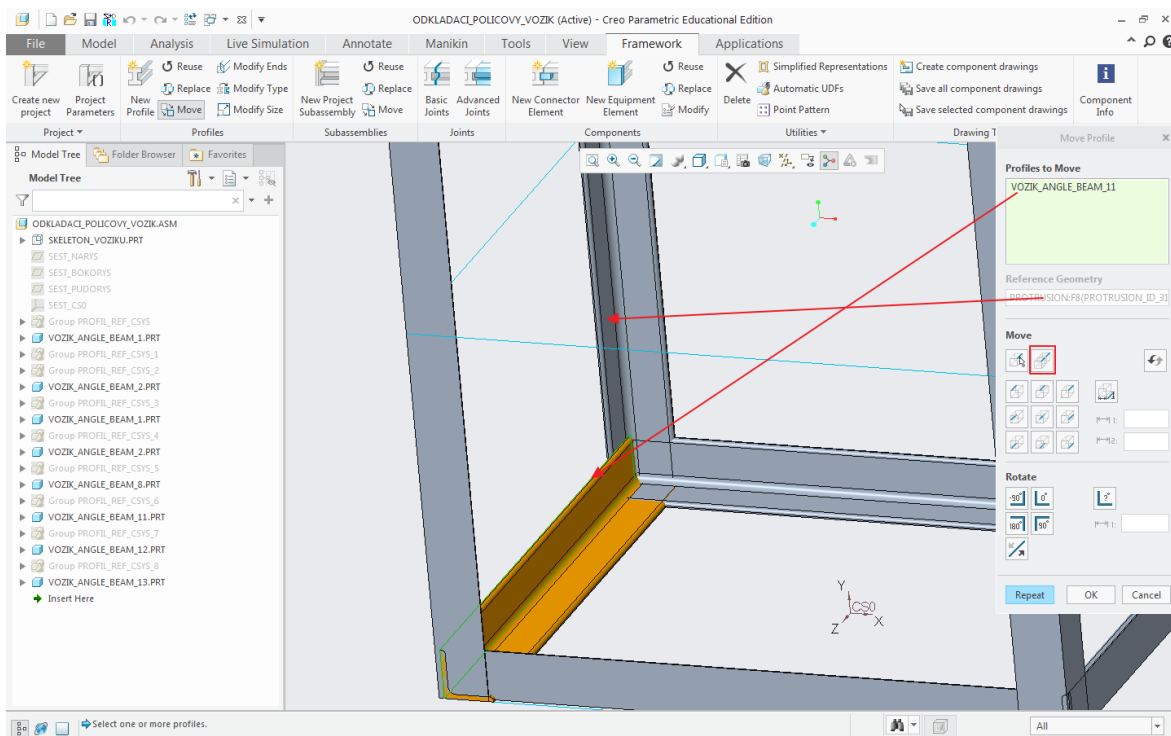
V modelovacím stromě lze vidět, že společné profily mají stejný název. Toto provedeme i u dalšího páru.

Když máme stojky vymodelované, pustíme se do polic. Na ty použijeme stejný profil jako na stojky. Přes **New Profile** vytvoříme rám police.



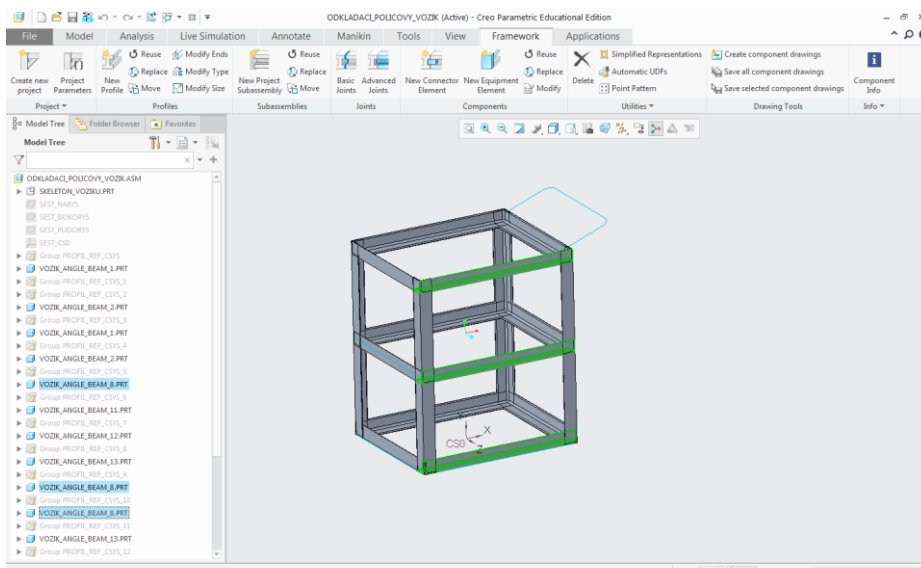
Obr. 49 - Rám police

Rám police umístíme tak, aby jeho vnější plocha L profilu doléhala na vnitřní stranu profilu stojky. Toto provedeme přes **Move**. V **Profile to Move** vybereme vnější plochu přesouvaného profilu, zvolíme v **Move** červeně vyznačené políčko viz. Obr.49 a vybereme plochu stojky, které se bude police dotýkat. Toto provedeme pro všechny profily police.



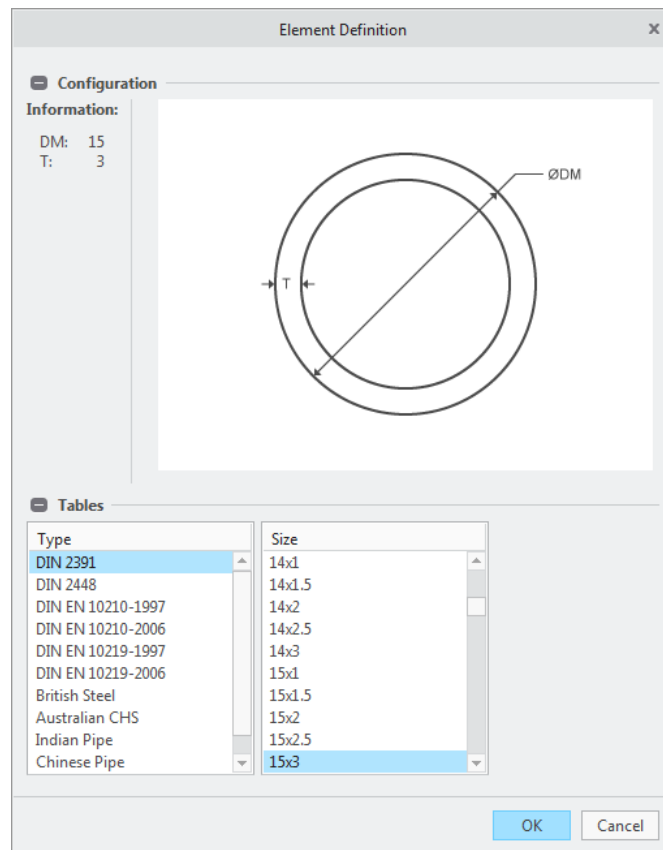
Obr. 50 - Posunutí profilu police

Takto si vytvoříme a posuneme všechny police. Při funkci **Move** lze označit více profilů najednou, což nám ulehčí práci. Na obrázku níže, vidíme, že použitím funkce **Reuse** byly vytvořeny profily, které jsou nad sebou (mají společný název – jsou asociativní).



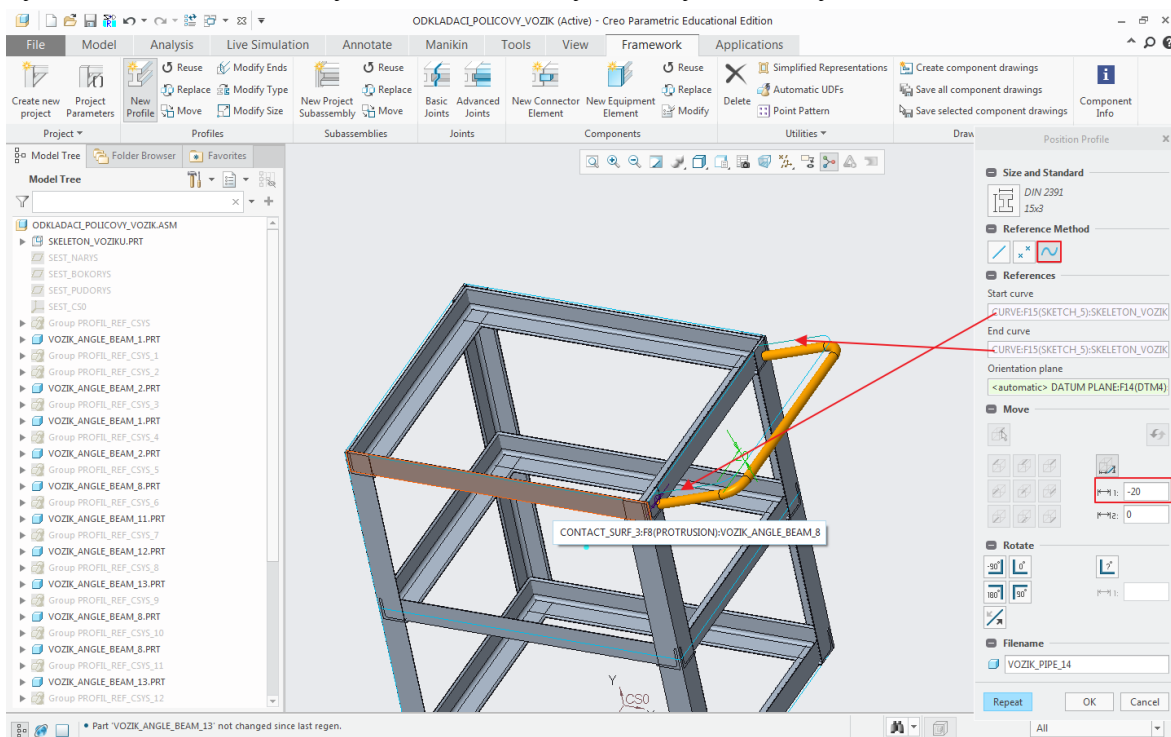
Obr. 51 - Vytvoření ostatních polic

Modelu ještě chybí úchop, který vytvoříme pomocí **New Profile**. Úchop vytvoříme z trubkového profilu. V nabízených profilech si vybereme **Pipe**, normu a rozměry trubky.



Obr. 52 - Zvolený profil úchopu

Dle Obr. 53 navolíme **Reference Method** -> **Start curve** a **End curve**. Také vytvoříme odsazení trubky od zvolené křivky tak, aby nám to vyhovovalo.

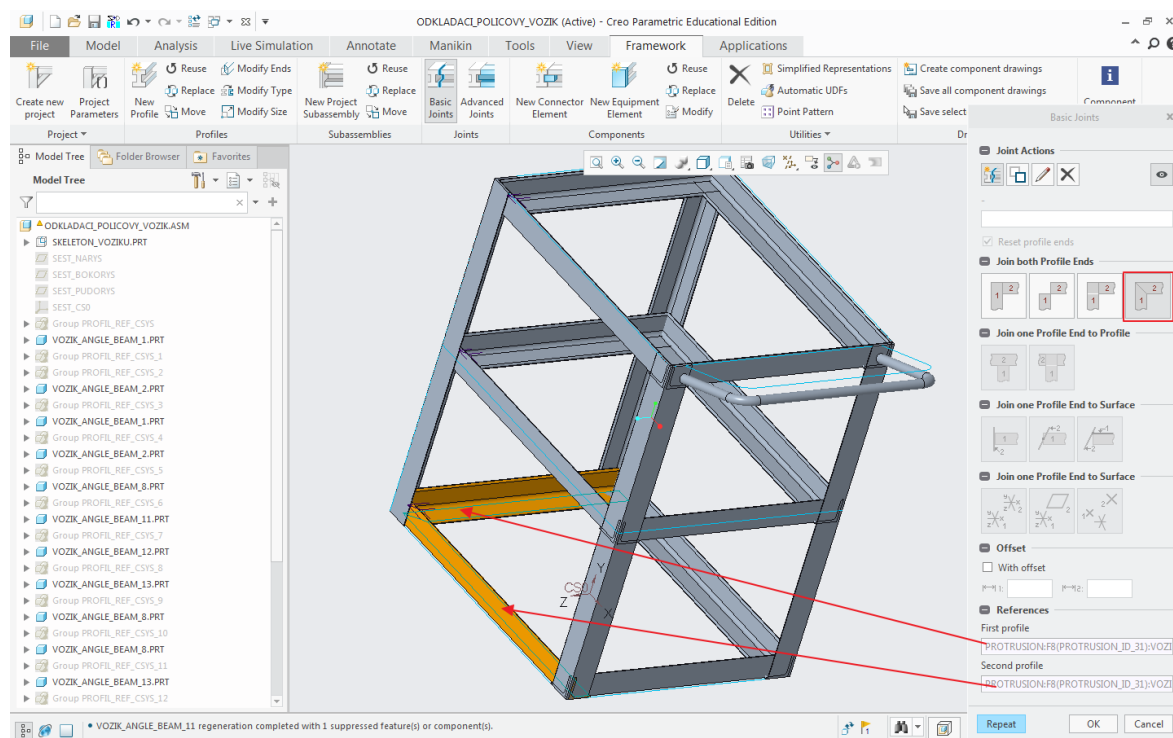


Obr. 53 – Vytvoření trubkové rukojeti

Skeleton máme osázeny profily, proto můžeme přejít na část zakončení profilů a přidání různých rozhraní.

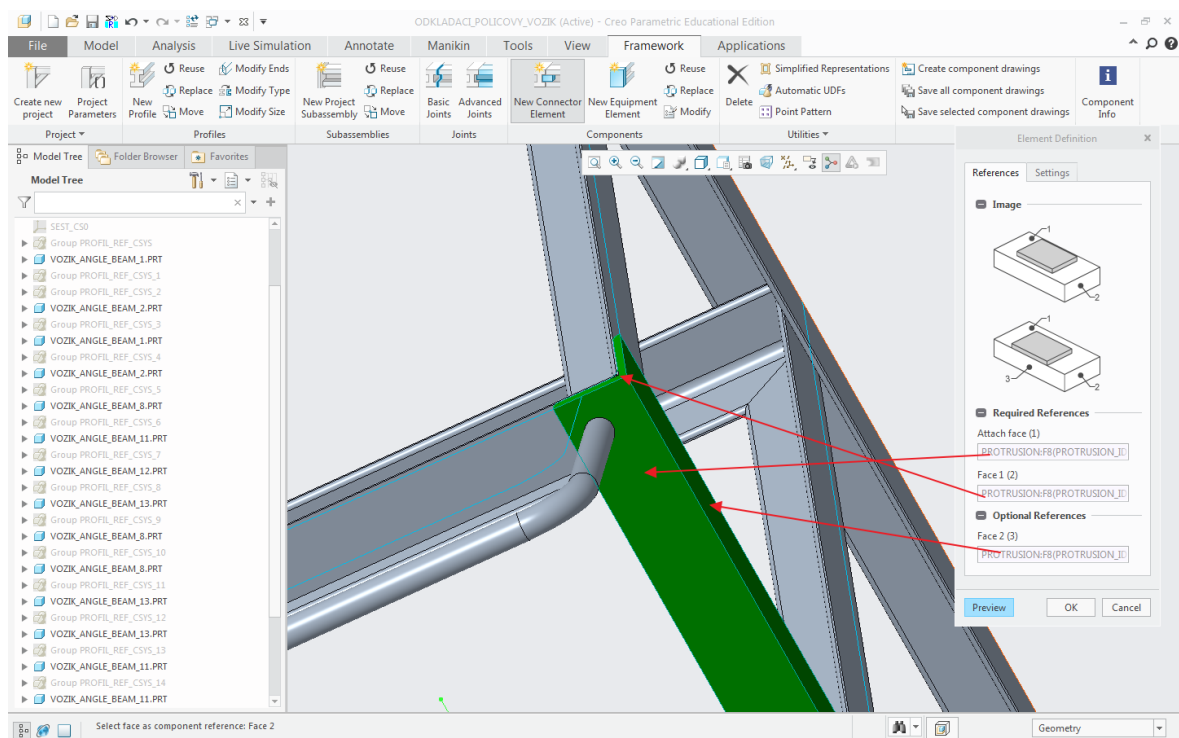
3.1.3 Spojení profilů a tvorba připojovacího rozhraní

Nyní všechny potřebné profily ořežeme podle potřeby. Začneme s policemi, u kterých konce L profilu ořežeme na 45°. Zvolíme **Basic Joints**, dle nabídky vyskakovacího okna zvolíme čtvrtou možnost a označíme profily. Toto ořezání provedeme na všech potřebných profilech police. Lze vidět, že profily, které jsme vytvořili přes **Reuse**, se automaticky ořezali.

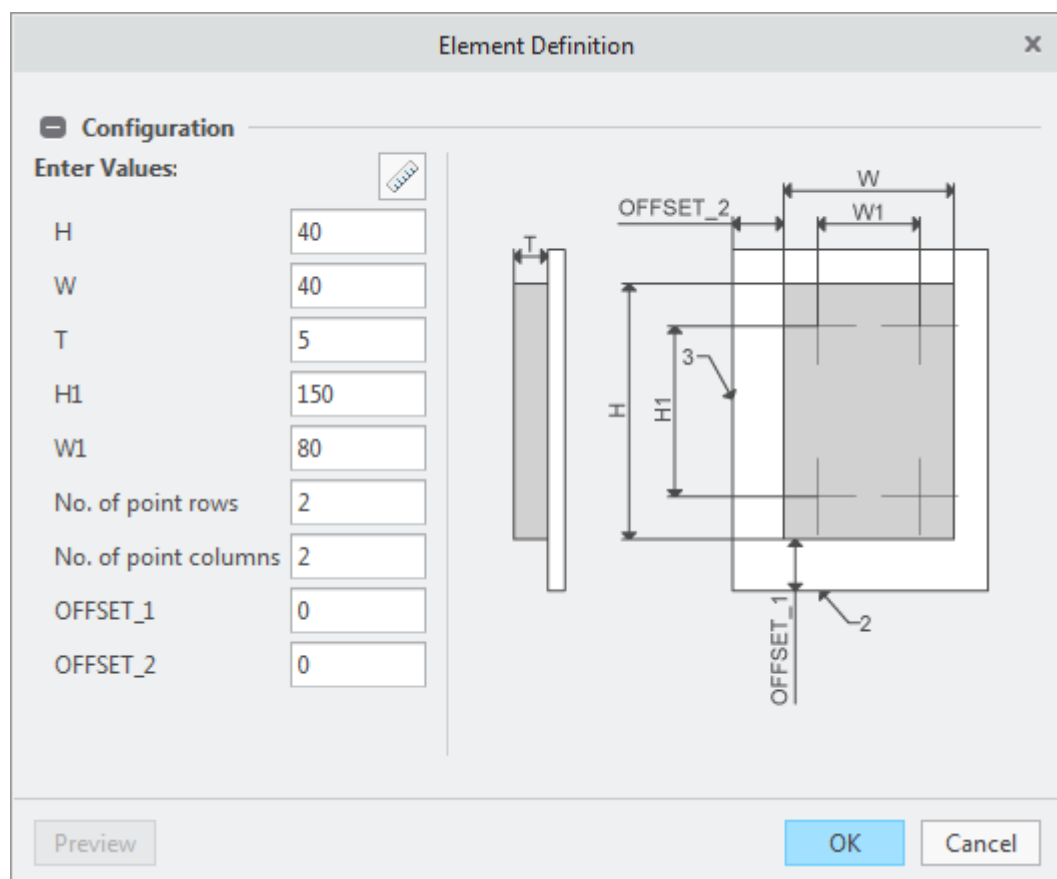


Obr. 54 - Ořezání profilů

Vytvoříme si pomocné plíšky, na kterých bude přivařena rukojeť. Zvolíme **New Connector Element**, v knihovně vybereme složku s **mm** -> **NONSTANDARD**, kde se nachází **WELD PLATE**. Ve výběrovém okně zvolíme reference, podle toho, co PTC Creo Parametric nabízí a následně i rozměry.

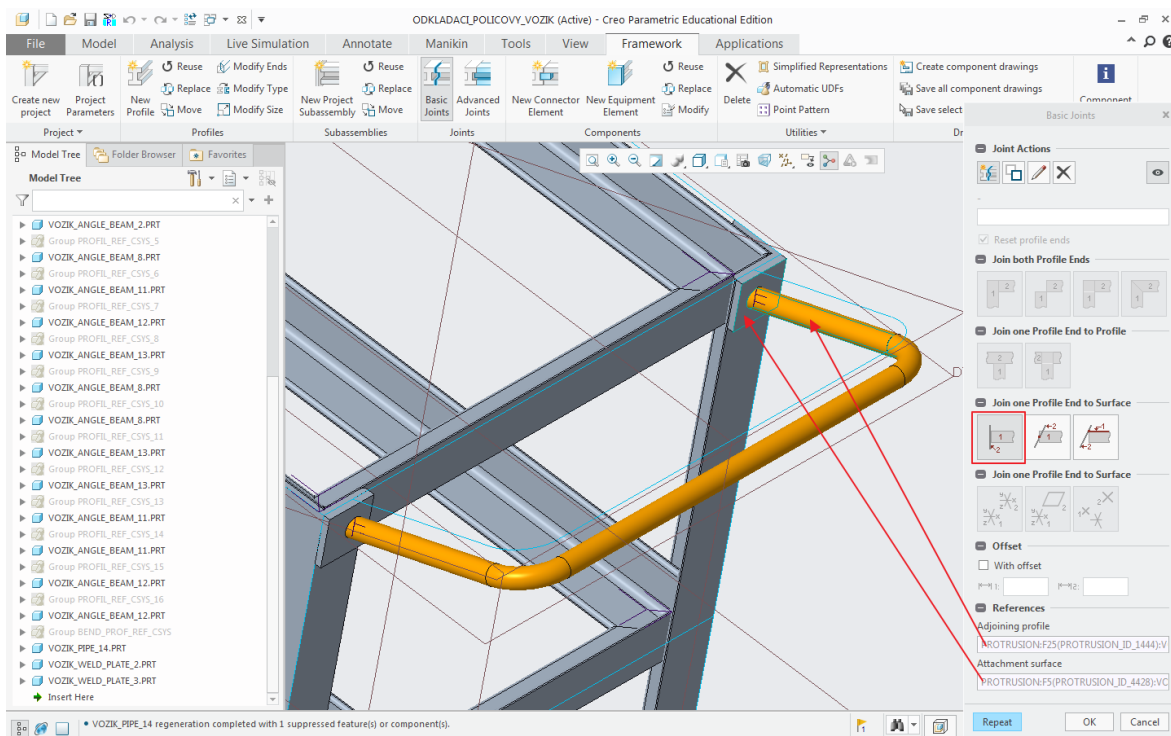


Obr. 55 - Zvolené reference pro plíšek



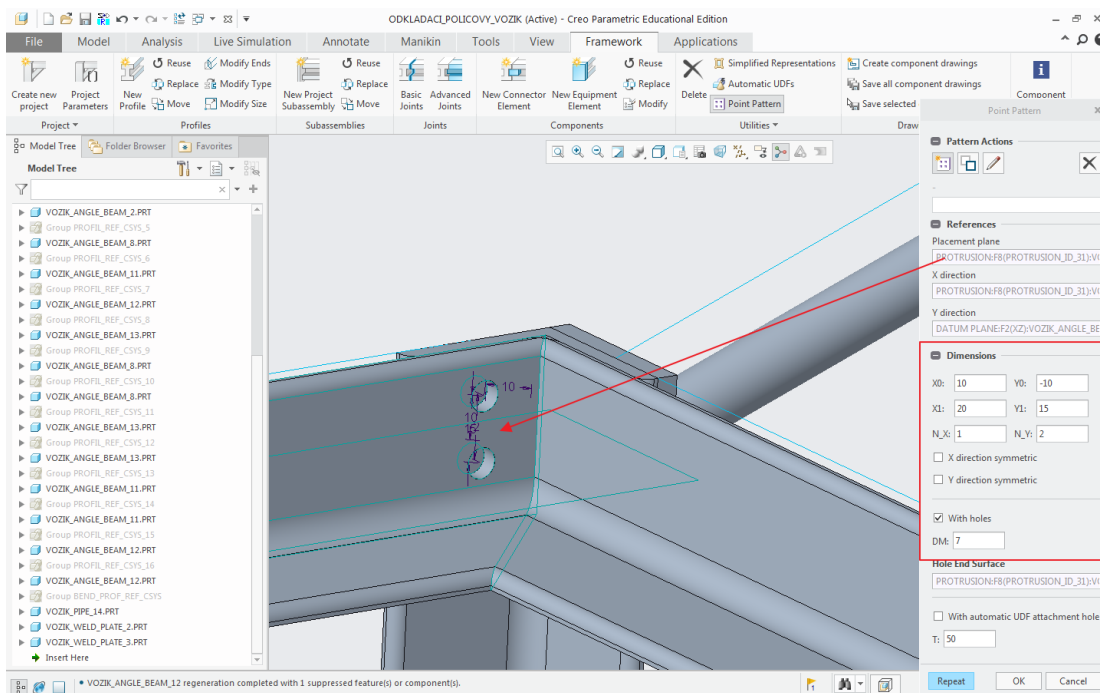
Obr. 56 - Určení rozměru plíšku

Tento plíšek vytvoříme i na další straně a trubku k němu ořežeme. Ořezání provedeme pomocí **Basic Joints** na obou stranách, viz. obrázek níže.



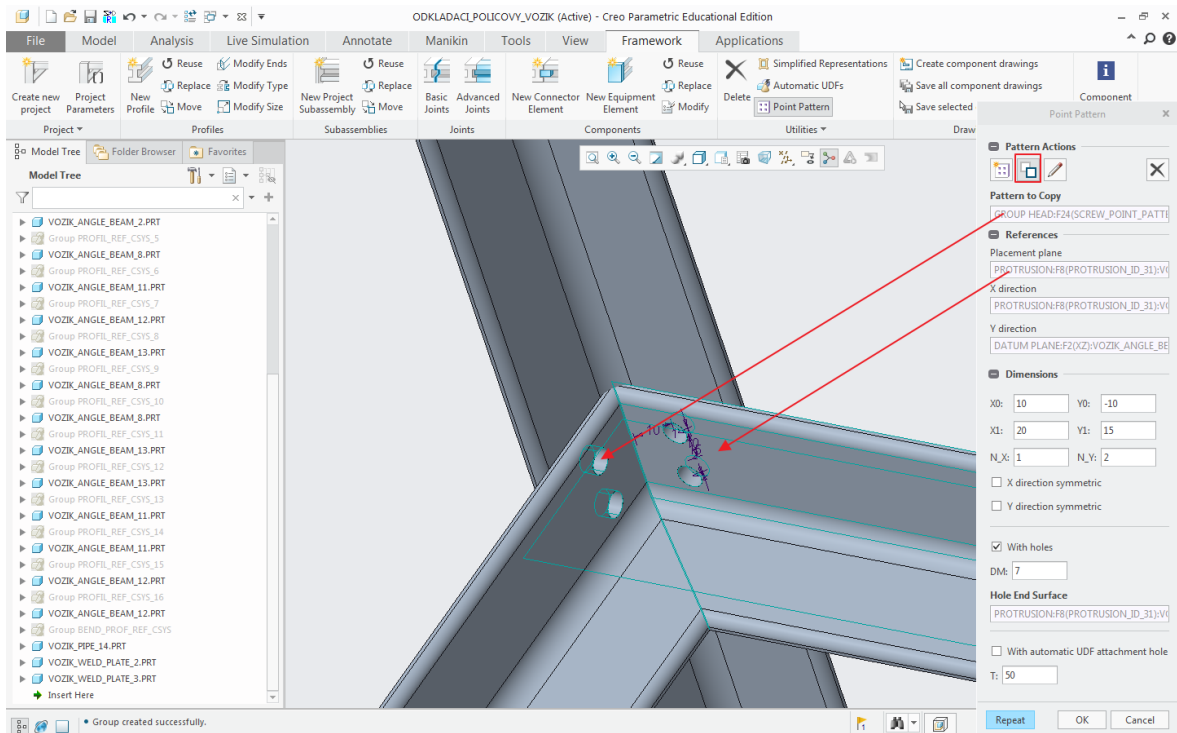
Obr. 57 – Ořezání rukojeti

Vytvoříme si díry na policích, které poté využijeme pro vložení šroubů. Toto provedeme přes **Point Pattern**. Zvolíme rozměry dle našeho usouzení a dáme **Repeat**.



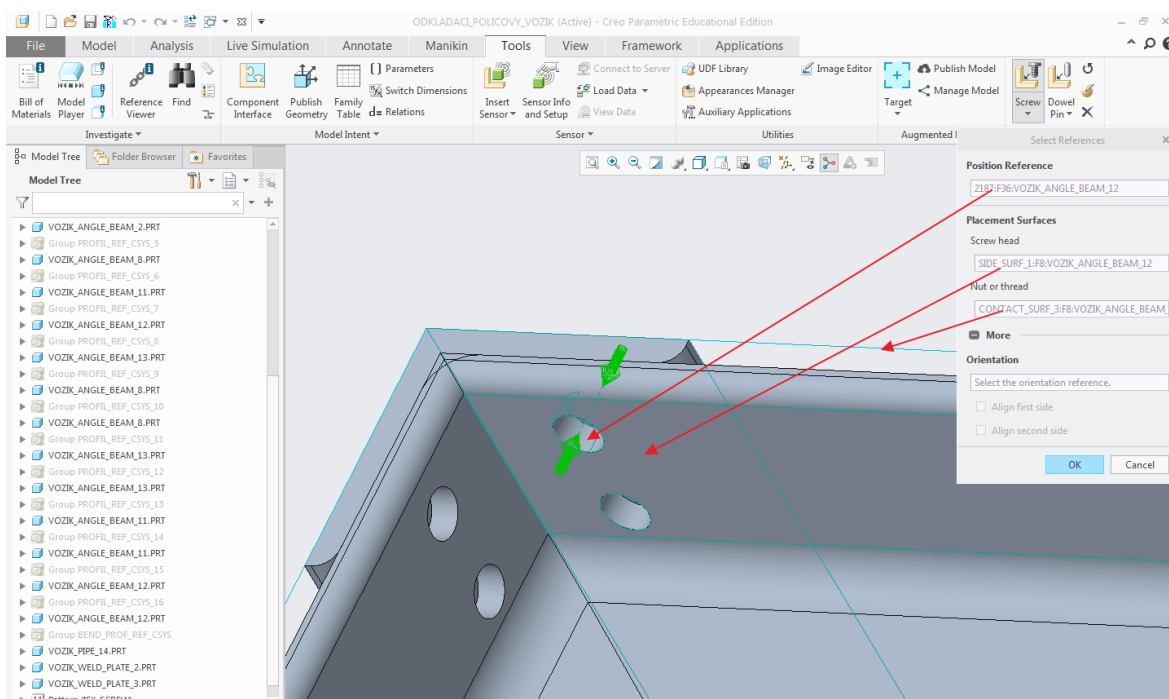
Obr. 58 - Tvorba děr pro šrouby

Tyto díry provedeme na všech místech polic, kde jsou potřeba. Abychom nemuseli znovu zadávat všechny hodnoty, zvolíme v **Point Pattern, Copy screw point pattern** a označíme již vytvořené díry. Poté zvolíme nové umístění děr. Díky tomu všechny rozměry zůstanou stejné.



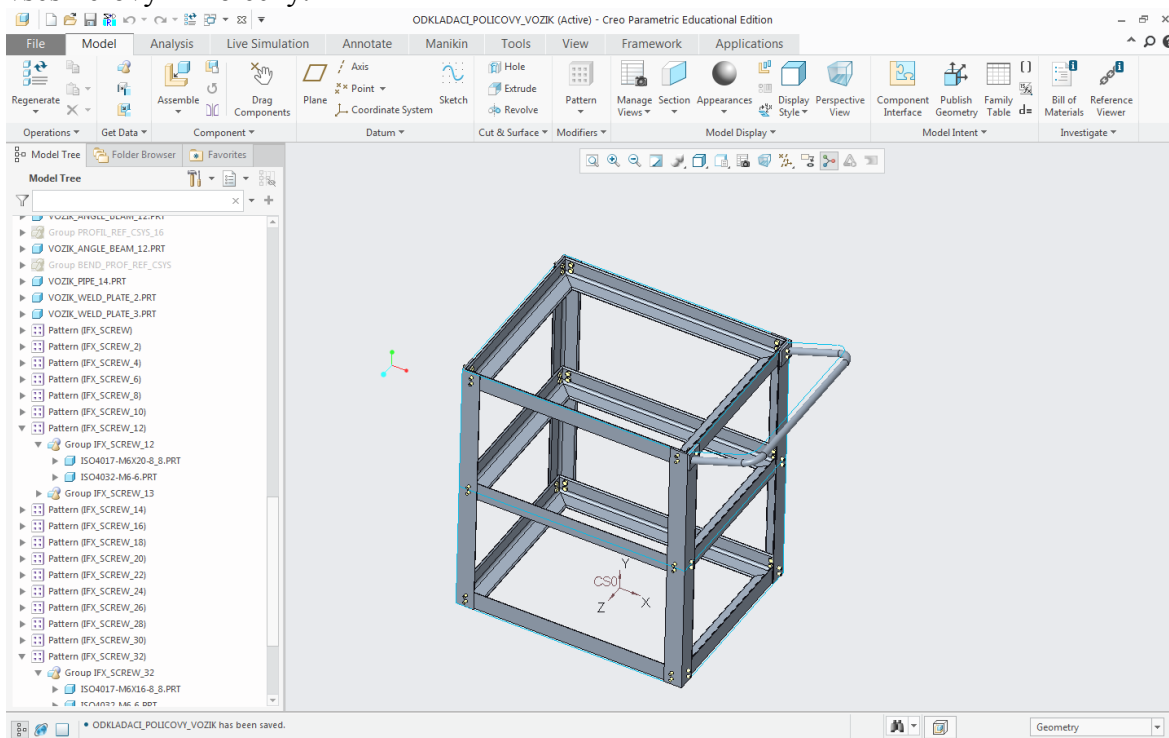
Obr. 59- Tvorba ostatních děr

Do vytvořených děr nyní vložíme šrouby. Provedeme to přes záložku **Tools** funkcí **Screw**. Tato funkce automaticky vytvoří díru i ve stojkách. Šrouby vložíme do všech děr.



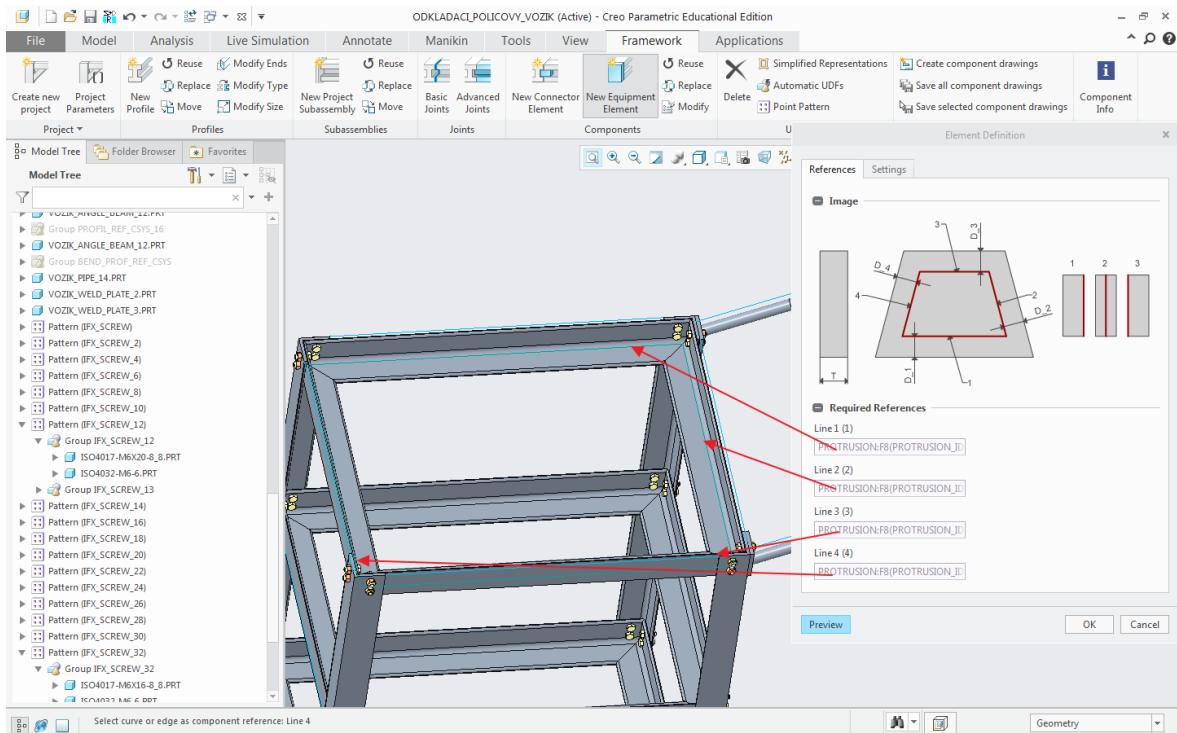
Obr. 60 – Vložení šroubů s maticemi

Konstrukci vozíku máme hotovou. Dále je potřeba ji osadit plechy a následně všesměrovými kolečky.



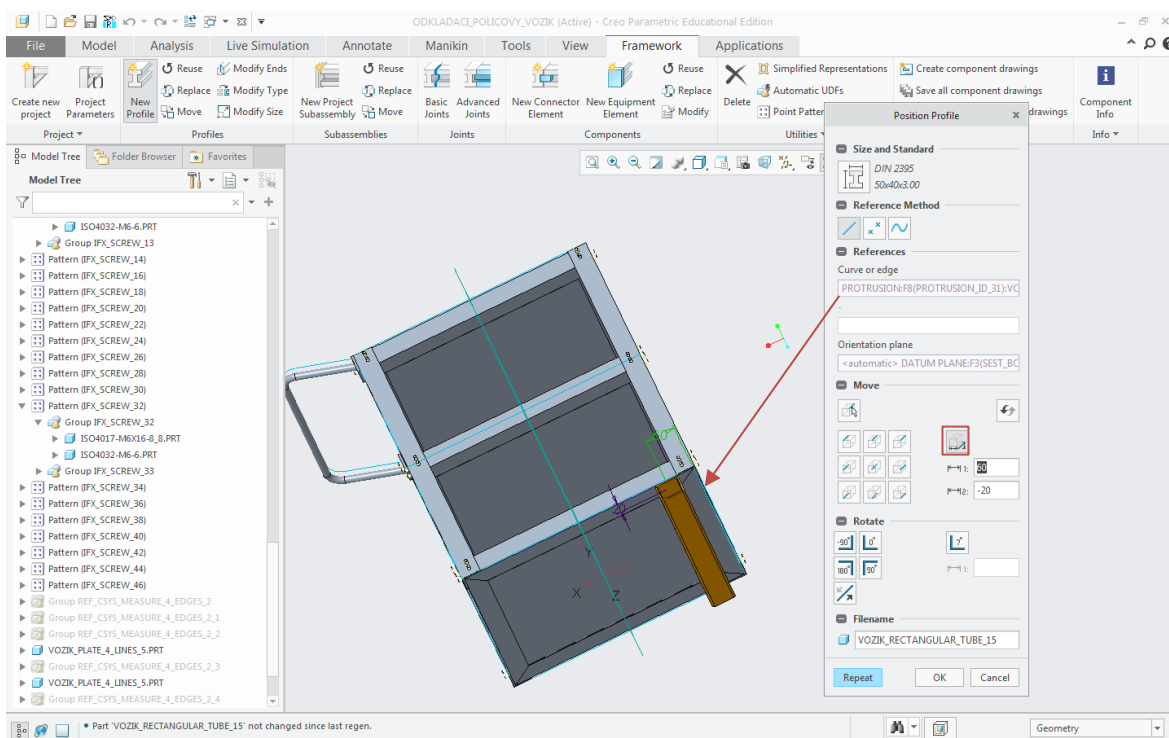
Obr. 61 - Hotová konstrukce

Vytvoříme plech pomocí funkce **New Equipment Element** ve složce **Plates mm** vybereme možnost **Plate 4 lines** a zvolíme referenční čáry. Tento plech umístíme do každé police.



Obr. 62 - Tvorba plechu

Vozíku chybí kolečka. Abychom tyto kolečka mohli vytvořit, přidáme si na konstrukci dva obdélníkové profily, na které tyto kolečka budou přimontovány. Tyto profily si můžeme vytvořit úpravou skeletonu nebo, jako v tomto případě, přidáním a odsazením od hrany vozíku. Provedeme to přes **New Profile**, zvolíme obdélníkový profil, vybereme spodní hranu vozíku a osadíme podle potřeby.

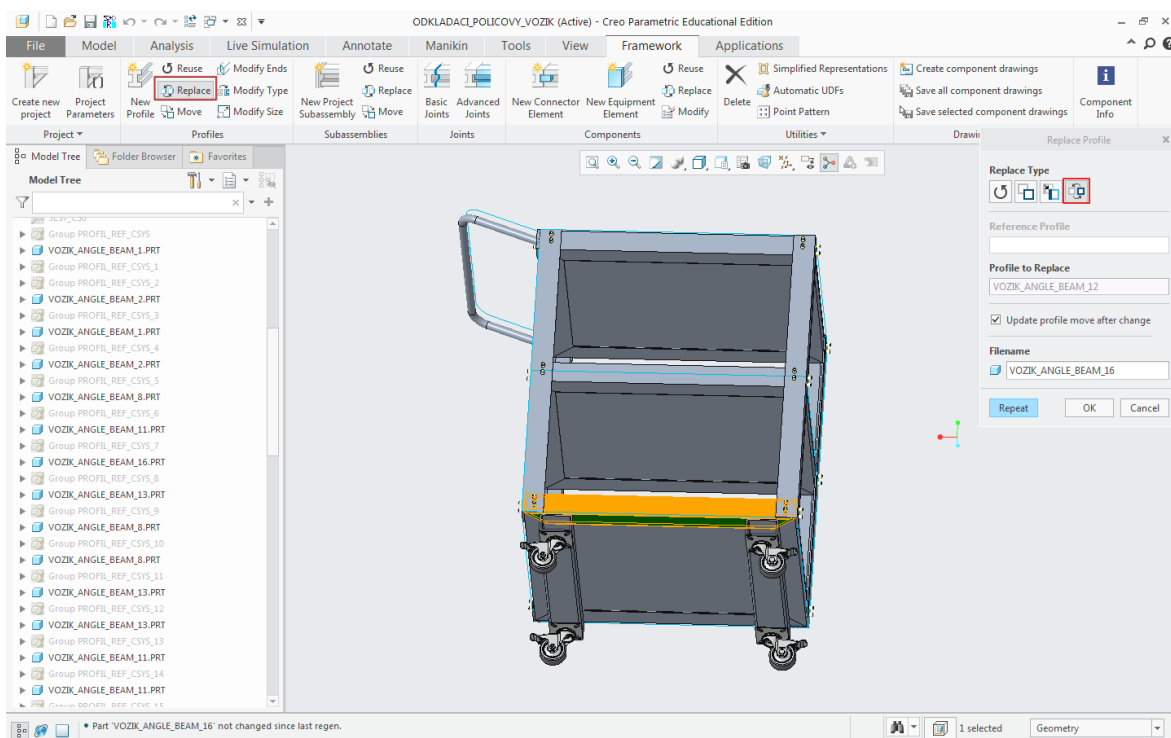


Obr. 63 - Přidání obdélníkového profilu pro kolečka

Na tyto vytvořené profily přidáme kolečka. V tomto případě v knihovně nejsou tak malá kolečka, proto je třeba stáhnout model, který najdeme na internetu.

Obdélníkové profily přichytíme na spodní část police. Předtím, než to uděláme, nahradíme profily samy sebou, aby změny provedené na těchto profilech se neuskutečnily i na ostatních (vytvoří nový název pro profil). Totéž provedeme se spodním plechem.

V pozdější části práci 3.1.5 se nachází, jak vložit do knihovny PTC Crea Parametric určitý model.



Obr. 64 - Nahrazení profilu sám sebou

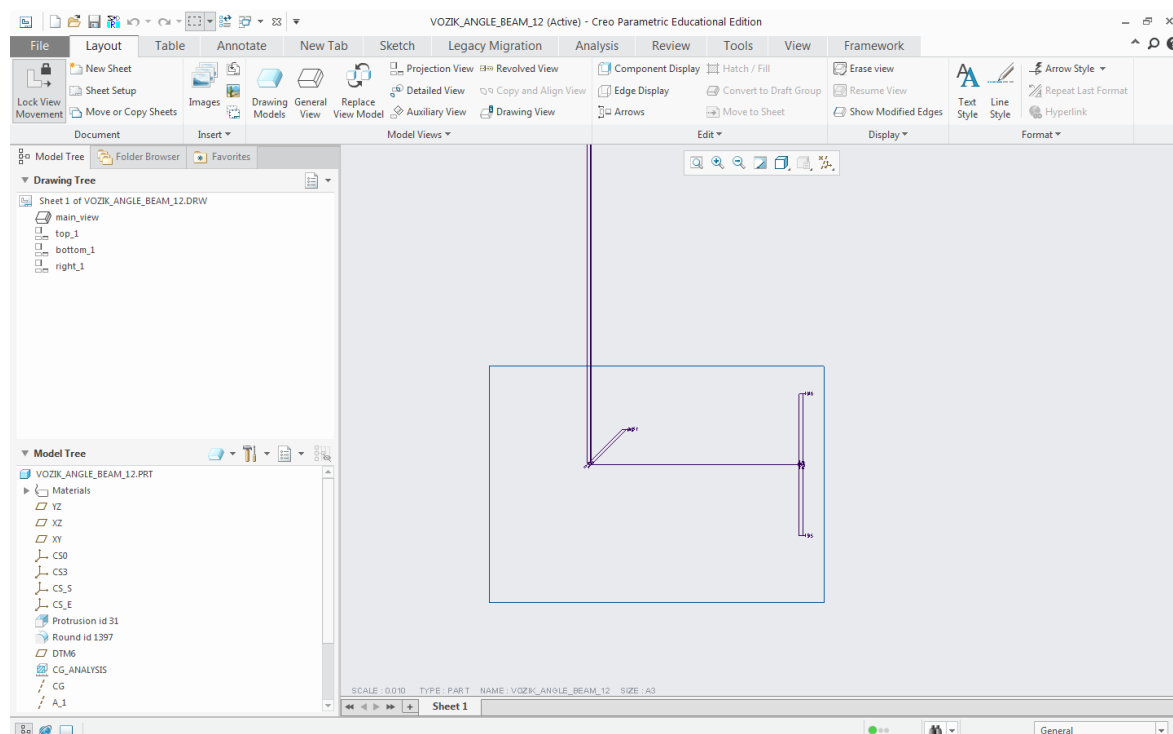
Doděláme poslední úpravy na modelu. Do plechu uděláme díry, přidáme šrouby na přichycení k rámu poličky a připevníme kolečka k obdélníkovému profilu. Tady využijeme funkce, které už byly probrány. Tím jsme vymodelovali finální model odkládacího policového vozíku.



Obr. 65 - Finální model odkládacího policového vozíku

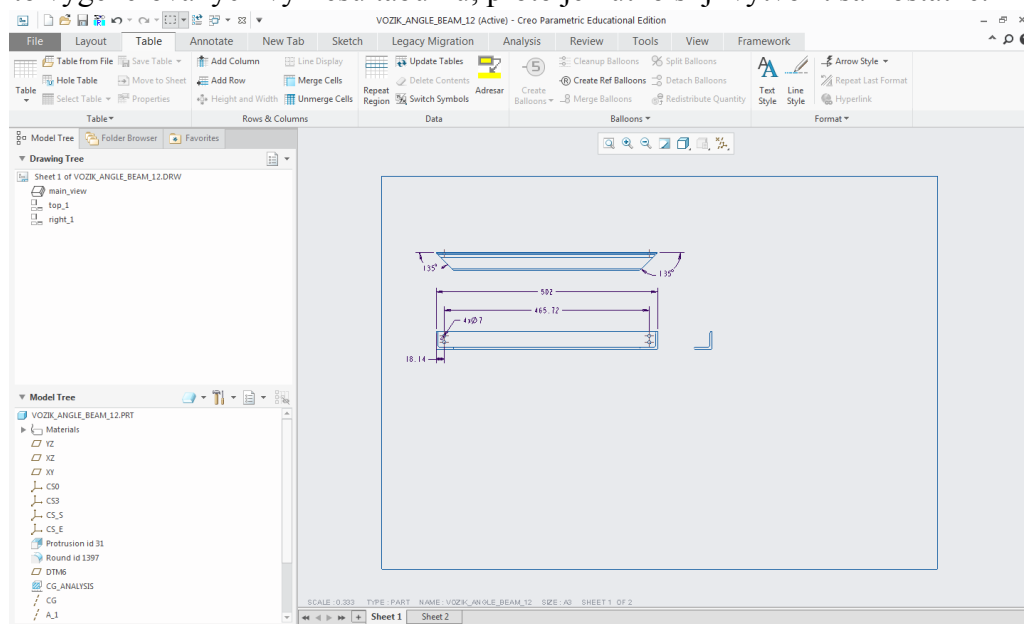
3.1.4 Vytvoření výkresů

Framework umožňuje vytvořit automatické výkresy všech použitých profilů. U těchto vygenerovaných výkresů je třeba změnit měřítko a upravit pozice kót a další. Ve většině případů je vygenerování nepřehledné, viz obrázky níže.



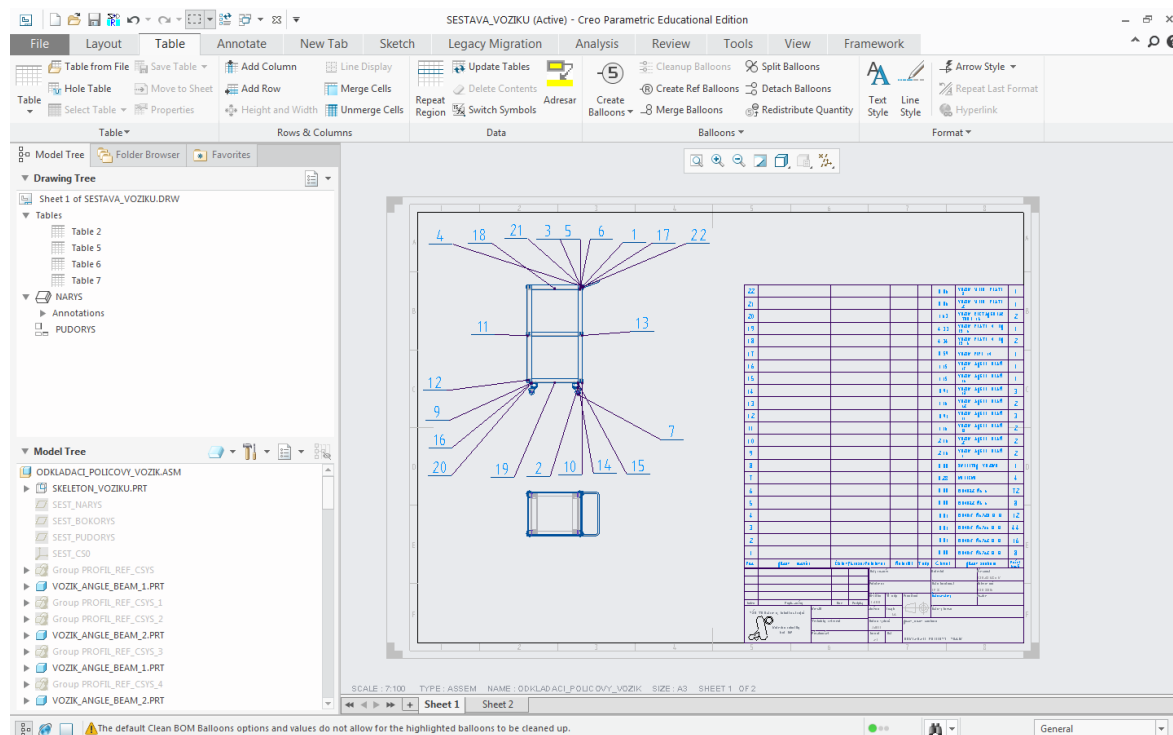
Obr. 66 – Vygenerovaný výkres profilu

Po úpravě může výkres vypadat podobně jako Obr. 67. Bohužel framework nevytvoří u těchto vygenerovaných výkresů tabulku, proto je nutno si ji vytvořit samostatně.



Obr. 67 – Upravený vygenerovaný výkres

Sestavný výkres klasicky vytvoříme přes nový výkres, kde si zvolíme naši šablonu (školní šablona). Vybereme si formát a vytvoříme sestavu, jak již jsme naučení z PTC Crea Parametric.



Obr. 68 - Vytvořená sestava a její editace

Vygenerovaná tabulka nemusí vypadat podle našich představ, proto je třeba ji upravit. Školní šablona, která se zde využívá, bohužel špatně spolupracuje s Frameworkem. Nerozumí si s funkcí **Project Params**, kdy například stejné profily nerozezná a dá je jako samostatné. Poté záleží na každém z nás, jestli mu to vyhovuje. Pokud nám tyto chyby vadí, je třeba si vytvořit vlastní tabulku s potřebnými symboly nebo využít tabulku, kterou nalezneme v úložišti Crea (Creo 5.0.5.0/Common Files/afx/demo) a upravit ji dle potřeb.

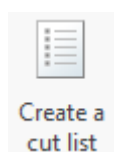
V tvorbě výkresu se nachází záložka Framework, díky níž lze vytvořit další tabulky.



- vytvoří tabulku s použitými profily a udělá sumu všech stejných profilů. Nezahrnuje profily, které jsou tvořeny obecnou křivkou.

NAME	TYPE	SIZE	LENGTH
ANGLE BEAM	DIN 1028	L 40x4	9024
RECTANGULAR TUBE	DIN 2395	60x35x3.00	804

Obr. 69 - Tabulka součtů délek profilů



- vytvoří tabulku se všemi použitými profily a jejich délkami. Nezahrnuje profily, které jsou tvořeny obecnou křivkou.

ANGLE BEAM DIN 1028 L 40x4	
1	VOZIK ANGLE BEAM 1 900.0
	VOZIK ANGLE BEAM 17 502.0
	VOZIK ANGLE BEAM 16 502.0
	VOZIK ANGLE BEAM 8 502.0
	VOZIK ANGLE BEAM 8 502.0
	VOZIK ANGLE BEAM 12 502.0
	VOZIK ANGLE BEAM 12 502.0
	VOZIK ANGLE BEAM 11 402.0
	VOZIK ANGLE BEAM 13 402.0
	VOZIK ANGLE BEAM 13 402.0
	VOZIK ANGLE BEAM 13 402.0
	VOZIK ANGLE BEAM 11 402.0
2	VOZIK ANGLE BEAM 2 900.0
	VOZIK ANGLE BEAM 1 900.0
	VOZIK ANGLE BEAM 2 900.0
	VOZIK ANGLE BEAM 11 402.0
RECTANGULAR TUBE DIN 2395 60x35x3.00	
1	VOZIK RECTANGULAR TUBE 15 402.0
	VOZIK RECTANGULAR TUBE 15 402.0

Obr. 70 - Použité profily vozíků

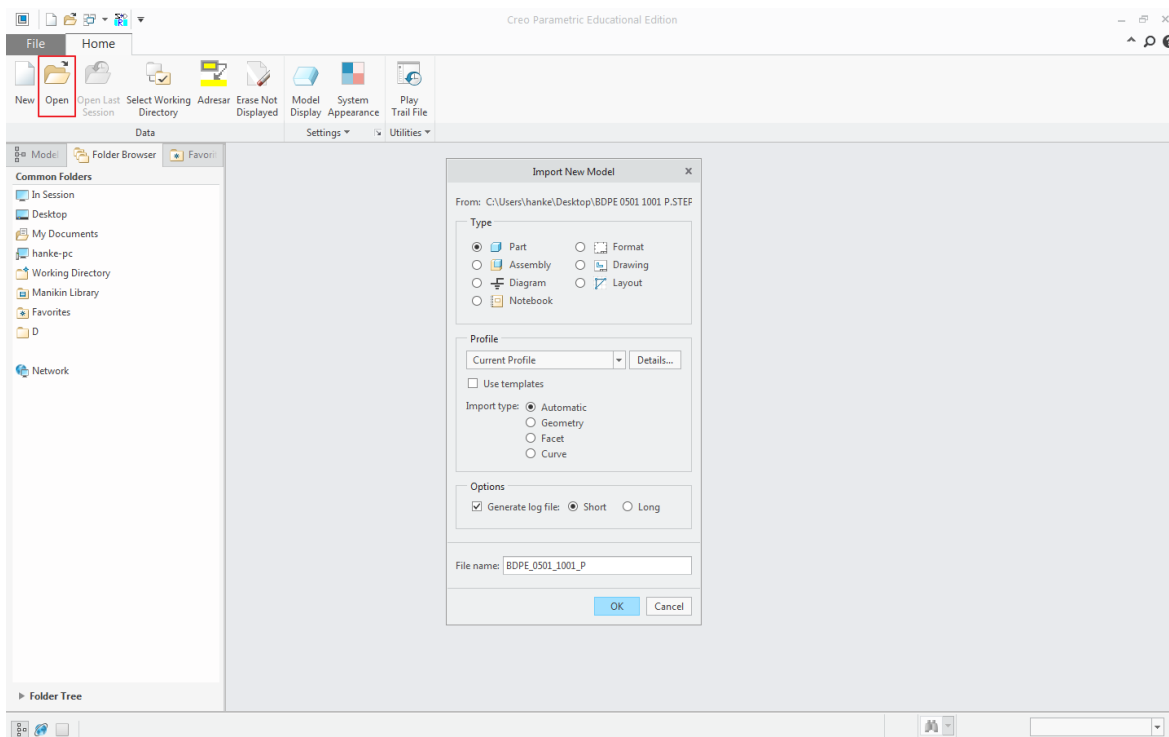
Dále zde najdeme **Create components views**, sloužící k vytvoření detailního pohledu profilu, kde si prvně zvolíme měřítko, poté profil, a nakonec místo umístění pohledu.

Námi vygenerovaný profil lze automaticky okótovat pomocí **Dimension the part automatically**.

3.1.5 Vložení dílu do knihovny

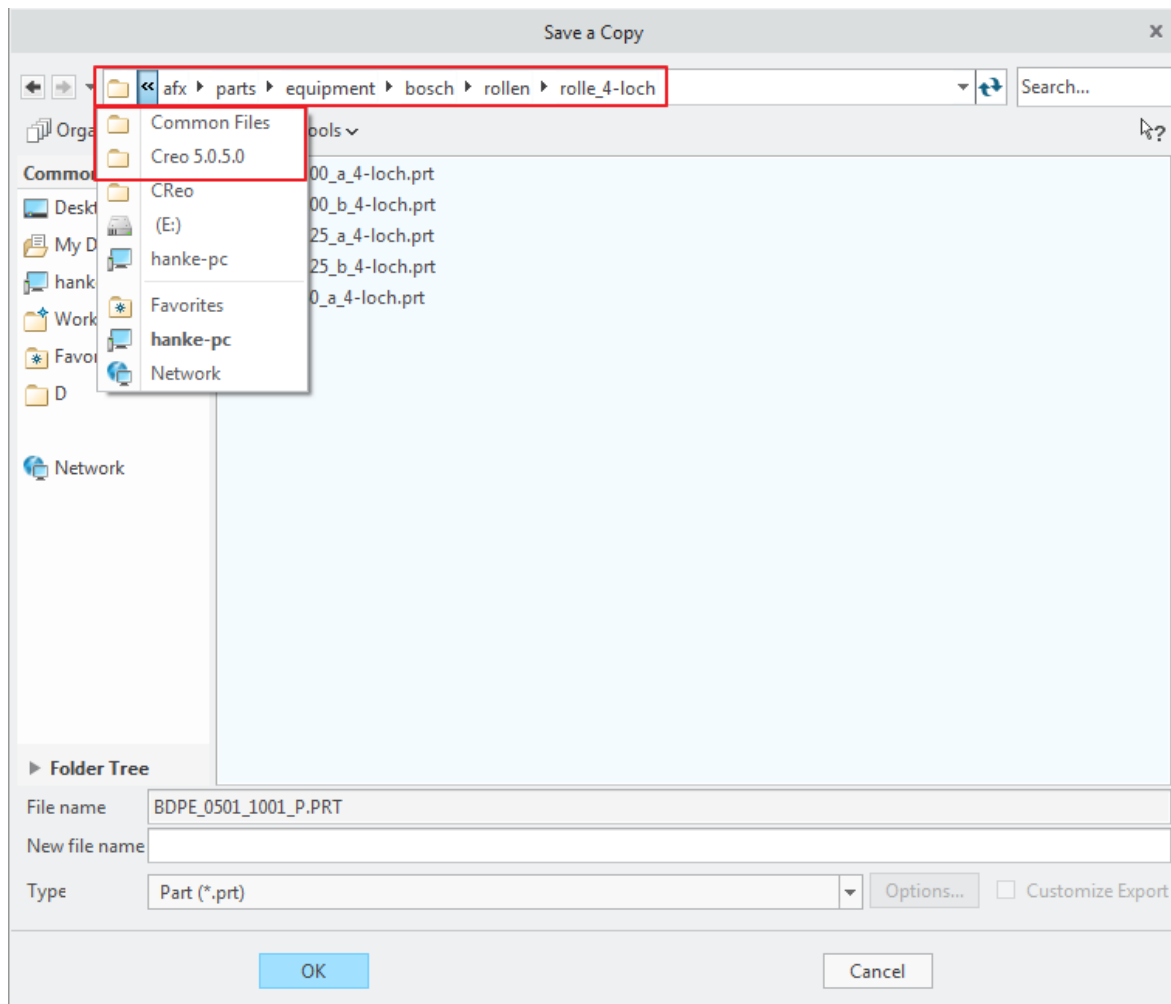
V této části vložíme náš stáhnutý díl do knihovny PTC Creo Parametric. Ukážeme si to na všesměrovém kolečku, které jsme použili u policového vozíku.

Nejprve si stáhneme model kolečka nebo jakýkoliv jiný model, který potřebujeme. Pokud se tento model nachází ve formátu STP/STEP je třeba ho převést do formátu od Crea. To provedeme klasicky tím, že si tento model importujeme do Crea.



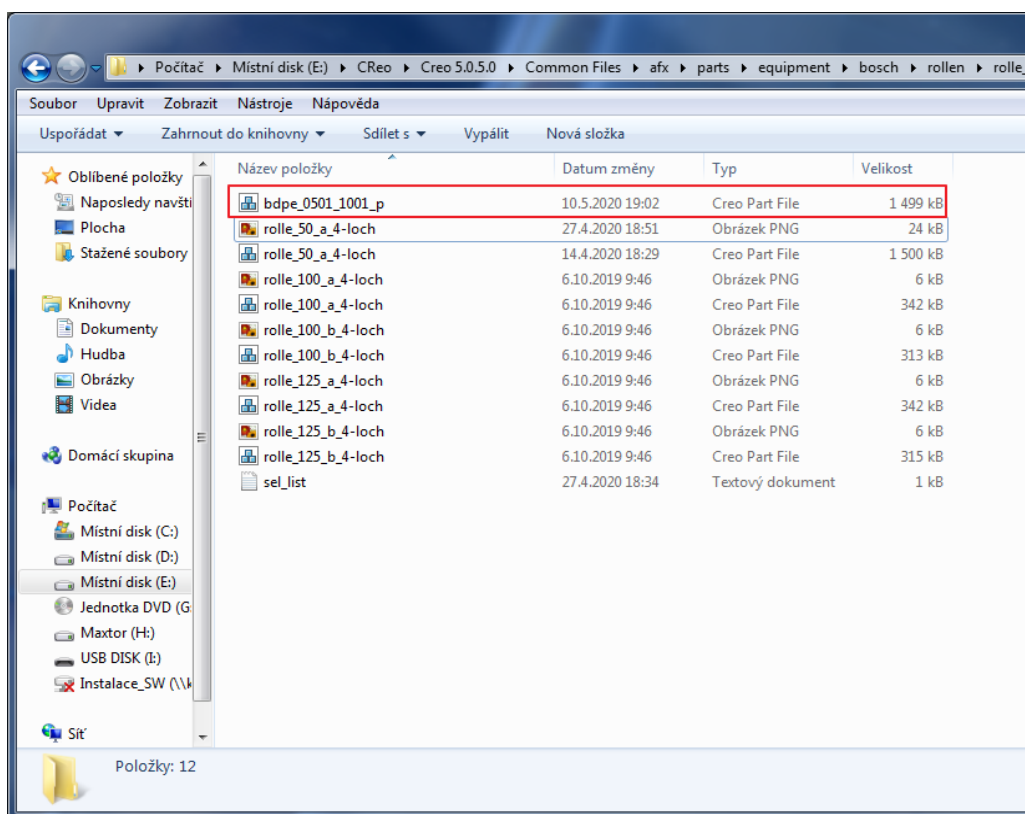
Obr. 71 – Import modelu do Crea

Nyní tento model uložíme do úložiště, kde se nachází Creo, které používáme. V tomto případě, viz. Obr. 72, jsme uložili všesměrové kolečko do složky Bosh. Creo5.0.5.0/Common Files/afx/parts/equipment/bosh/rolen/rolle_4-loch

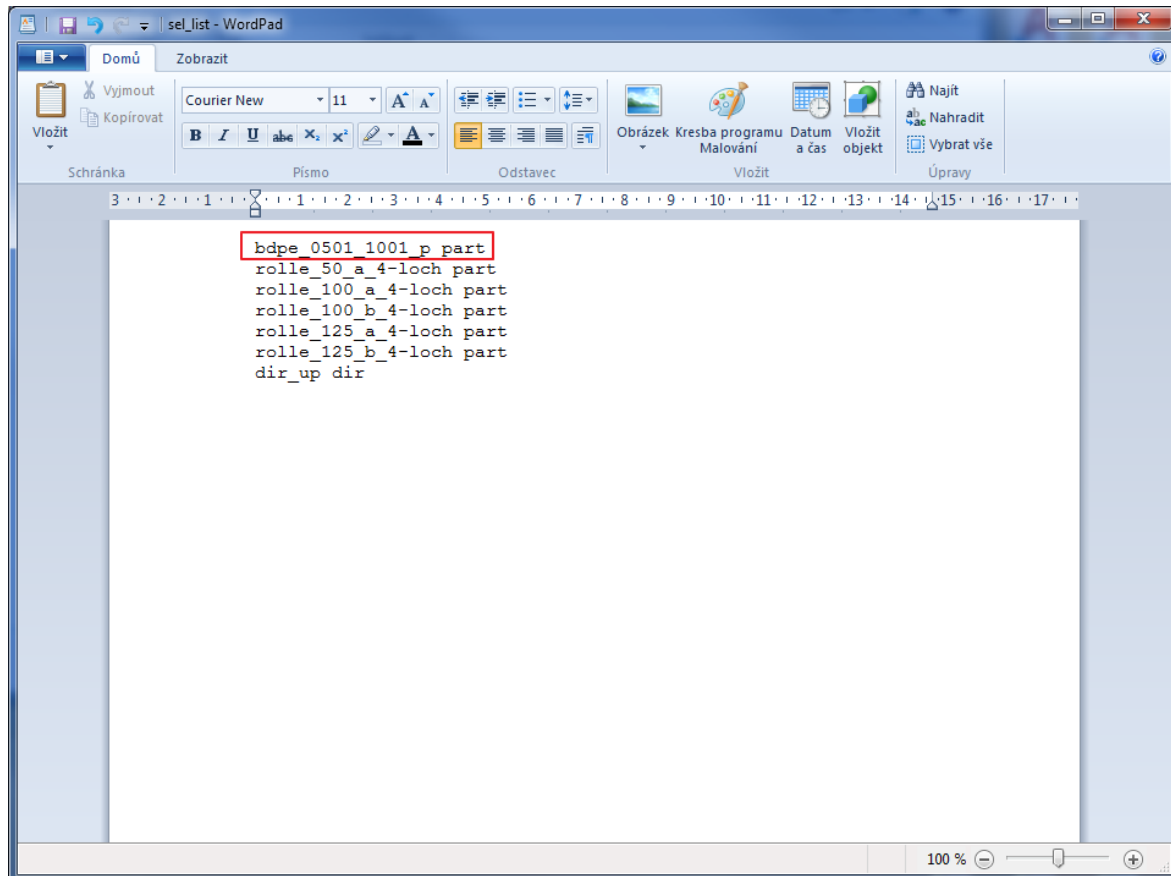


Obr. 72 – Uložení modelu do knihovny

Vypneme Creo a otevřeme si složku, kde jsme si tento model uložili a otevřeme **sel_lis**, do kterého napíšeme název našeho modelu + přípona part nebo asm (podle toho, jestli je model jako samostatný model nebo sestava), vše zavřeme a uložíme.

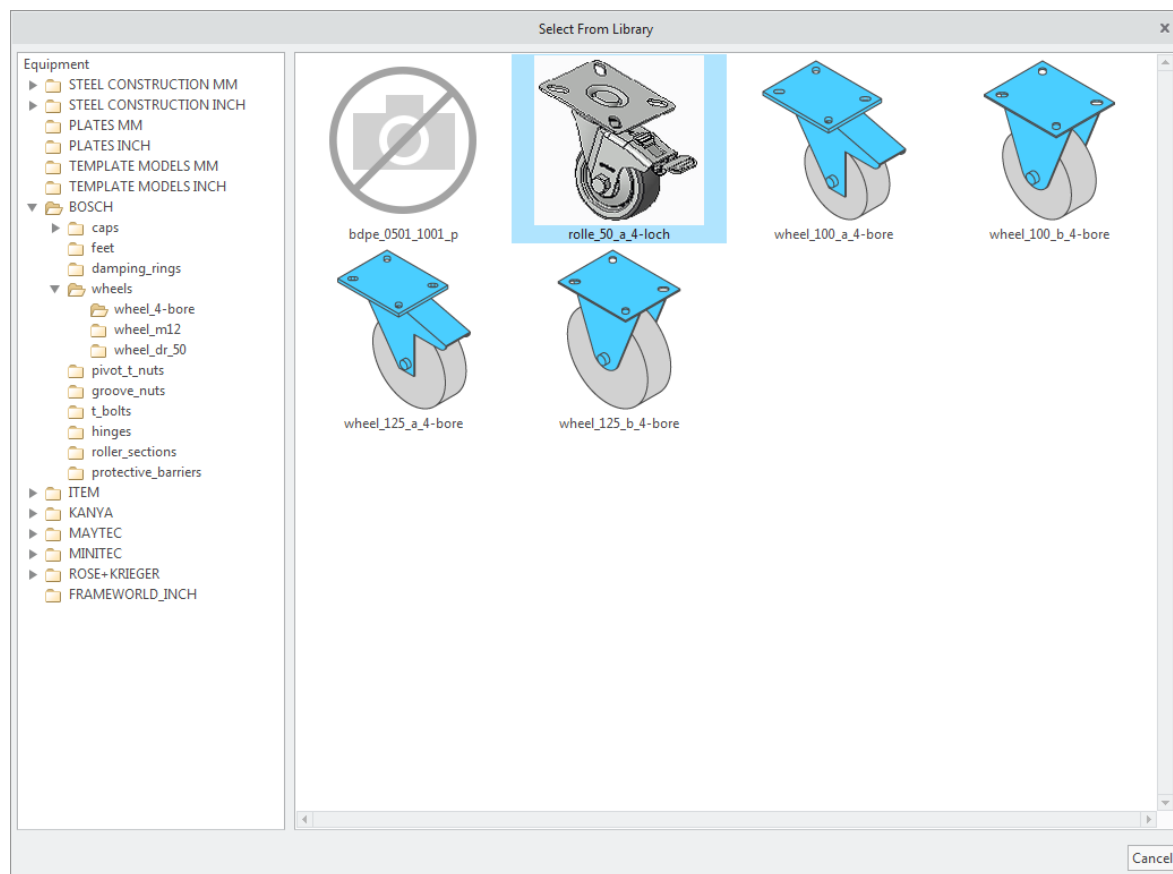


Obr. 73 – Složka s uloženým modelem



Obr. 74 - Připsání modelu do sel_list

Nyní se model nachází ve složce Bosh, jak můžeme vidět na Obr. 75. Pokud bychom chtěli k tomuto modelu i obrázek, vytvoříme si libovolný obrázek o 150 x 150 pixelů ve formátu PNG. Pojmenujeme ho stejně jako vložený model a vložíme do téže složky.



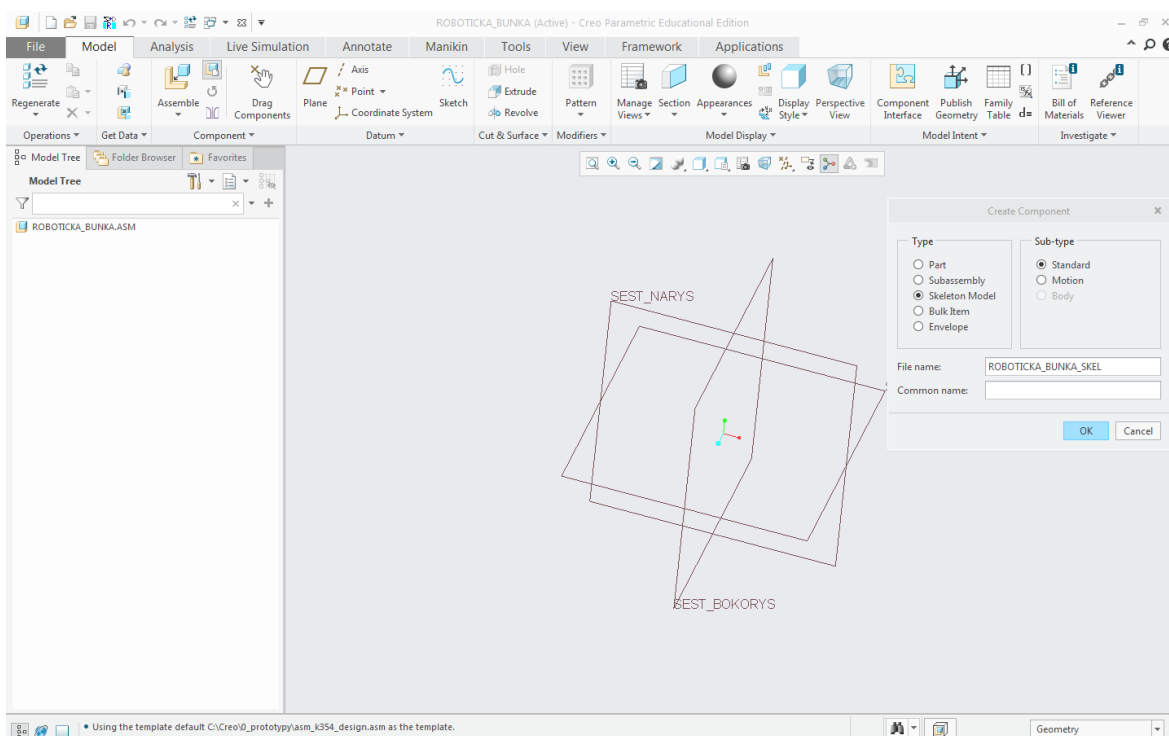
Obr. 75 – Přidaný model v knihovně Bosh

3.2 Robotická buňka

V této části si ukážeme, jak vytvořit robotickou buňku. Budeme zde používat hliníkové stavebnicové profily od firmy Bosh.

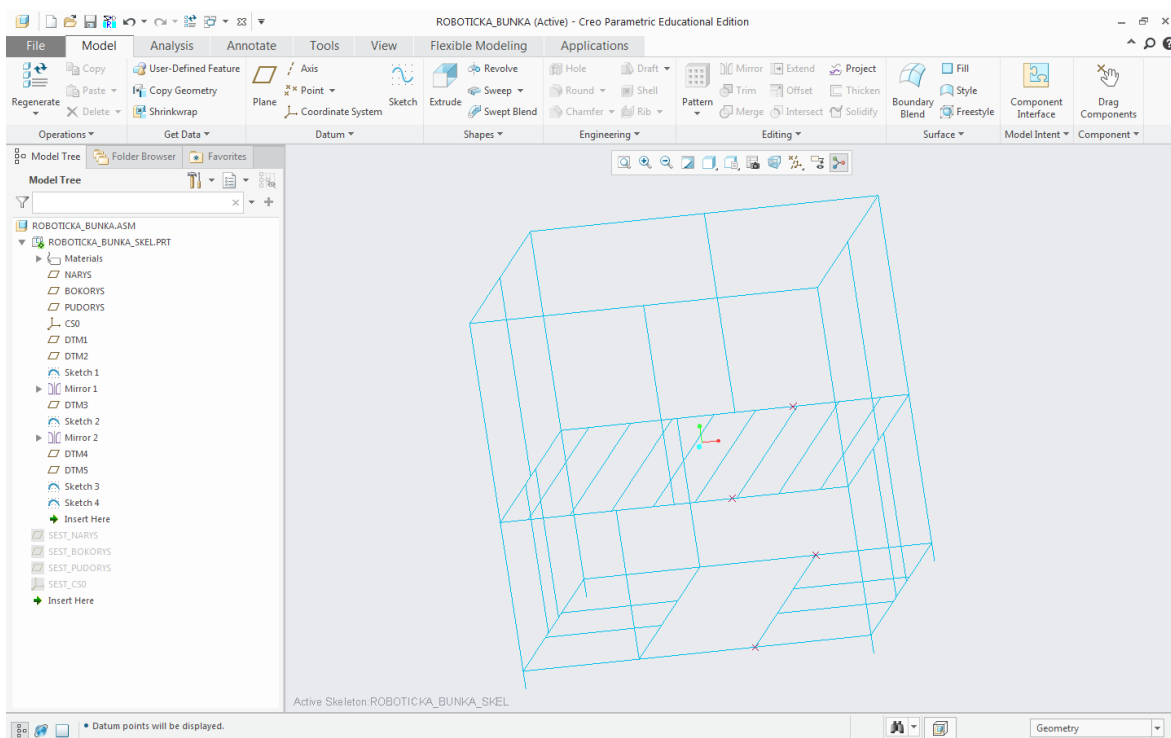
3.2.1 Tvorba skeletonu robotické buňky

Nejprve si vytvoříme novou sestavu, kterou si pojmenujeme dle potřeby (v tomto případě **roboticka_bunka**). Následně pokračujeme se skeletem způsobem, který byl již zmíněn v předešlém příkladě.



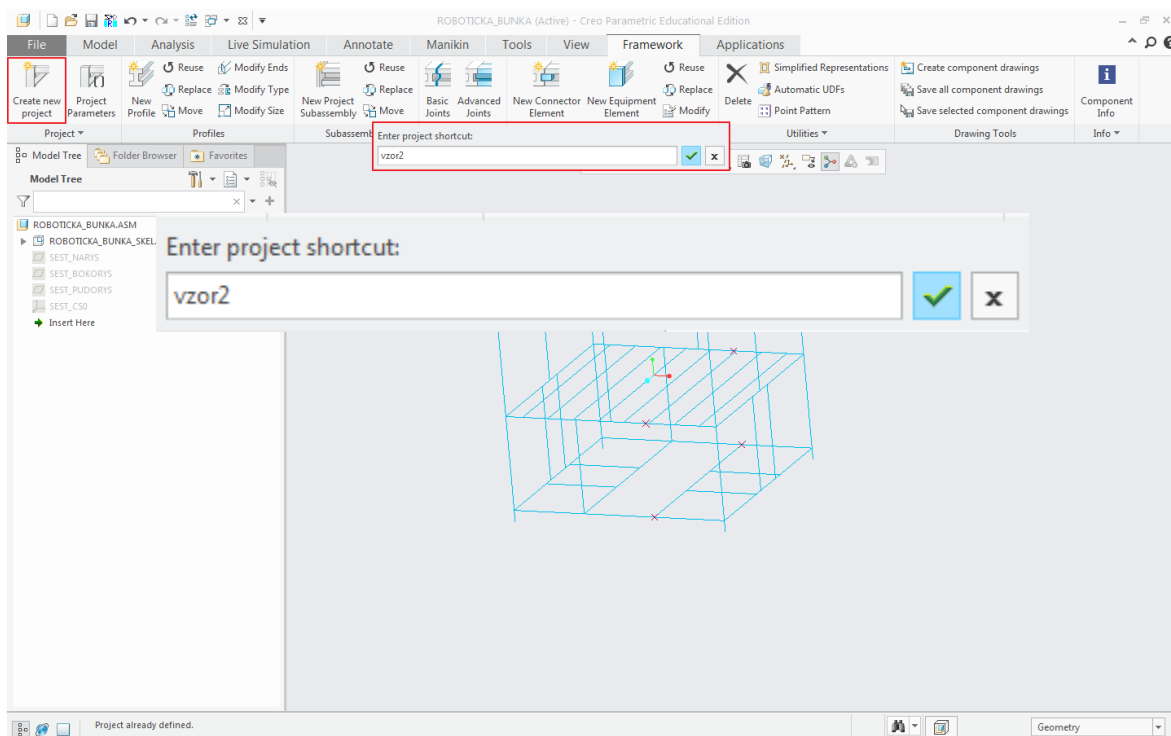
Obr. 76 – Vytvoření skeletonu robotické buňky

Pomocí rovin a **Sketeche** vytvoříme potřebný skeleton. U těchto skeletonů můžeme libovolně používat **Relations**, například k tomu, abychom stále měli čtvercovou základnu.



Obr. 78 – Vytvořený skeleton

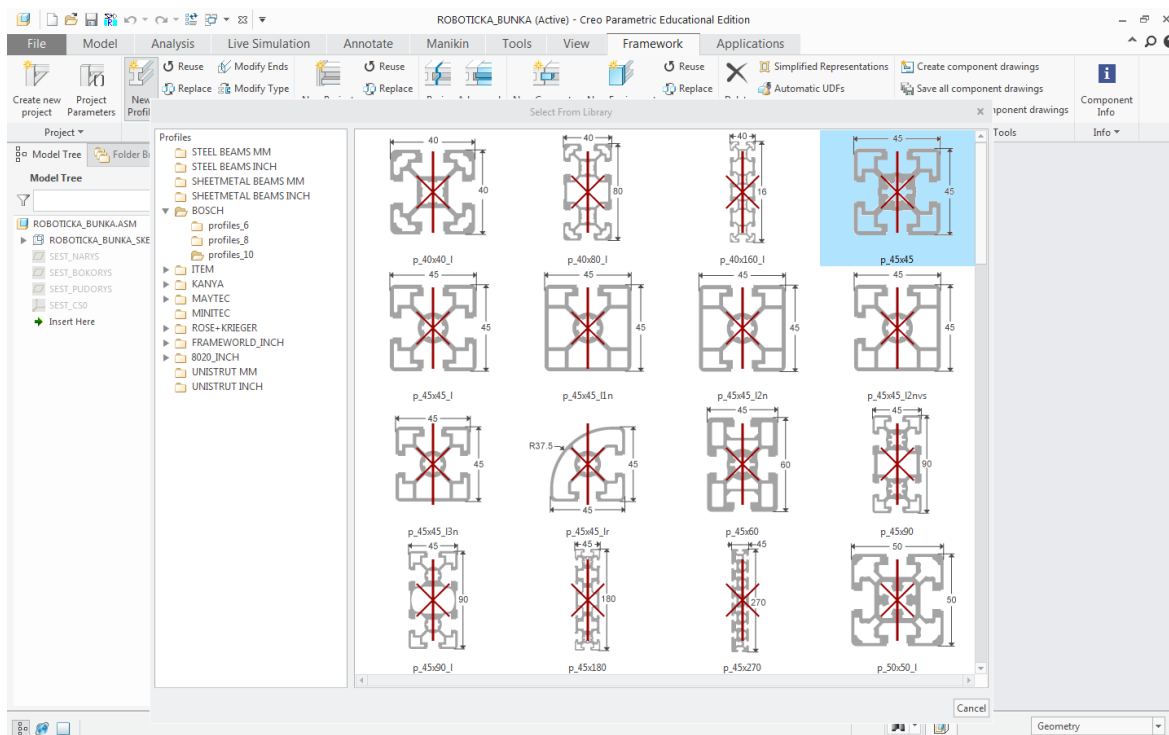
Vrátíme se zpátky do sestavy ROBOTICKA_BUNKA a vytvoříme nový projekt pomocí **Create new project**. V tomto případě jsme zvolili zkratku vzor2.



Obr. 77 – Vytvoření nového projektu

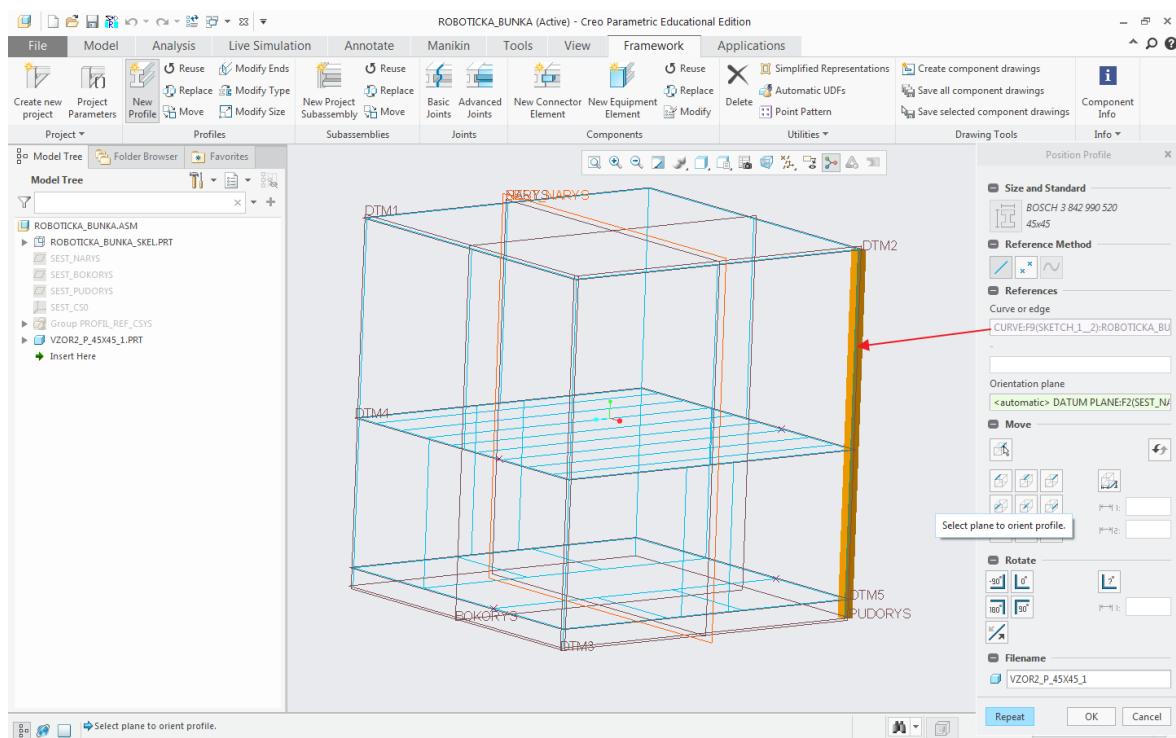
3.2.2 Vkládání stavebnicových hliníkových profilů

Na vytvořený skeleton vložíme profily od firmy Bosh. U této robotické buňky použijeme z knihovny **profiles_10** a profil **p_45x45**. Všechny profily z profiles_10 jsou společně kompatibilní, mají stejnou vnitřní drážku. Samozřejmě můžeme kombinovat i s jinými knihovnami od firmy Bosh, například s profiles_8.



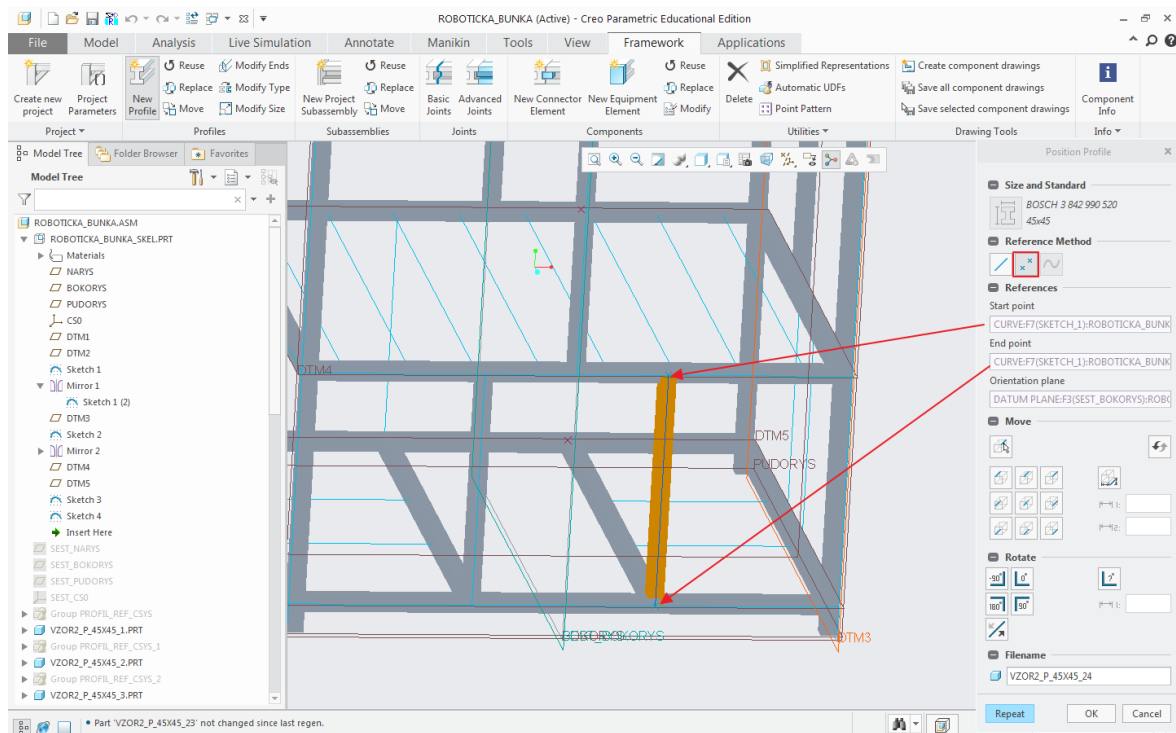
Obr. 79 – Použitý profil na robotickou buňku

Postupně vložíme na skeleton všechny profily. Profily, u kterých víme, že budou stejné, vložíme přes **Reuse**, kde zvolíme první možnost (znovu sestaví existující profil).



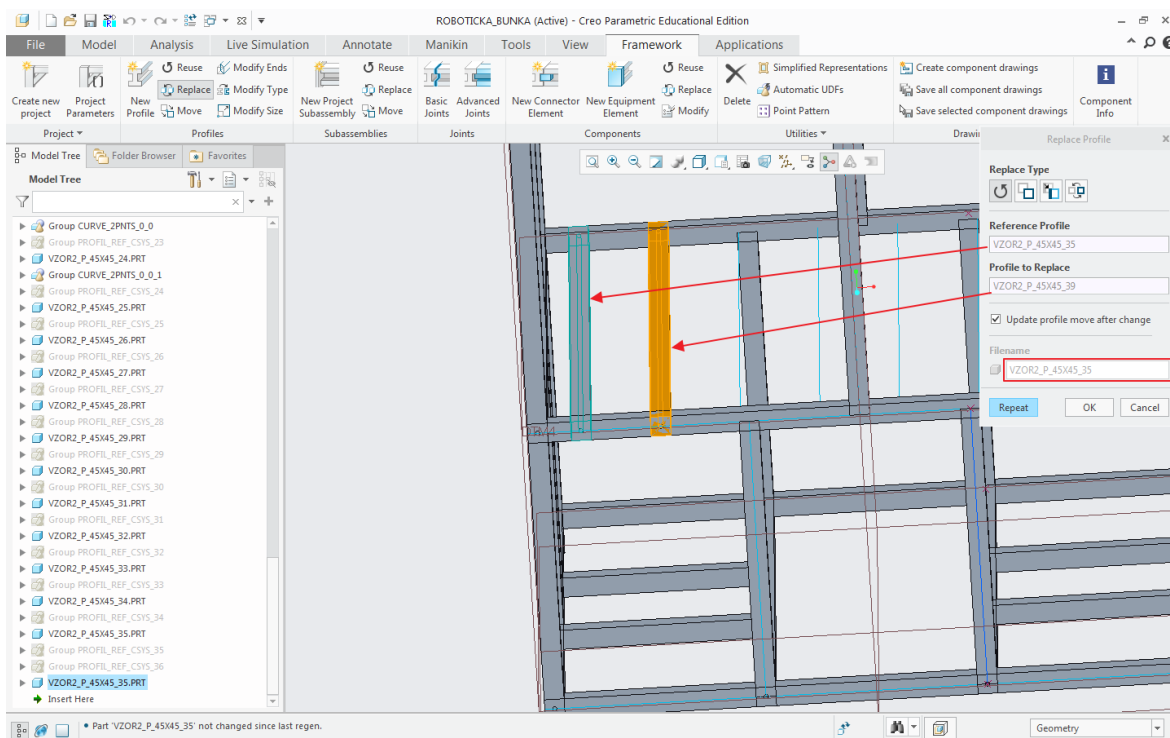
Obr. 80 – Vložení profilu stojky

Na Obr. 81 vidíme, že profil lze také vložit přes body místo úsečky.



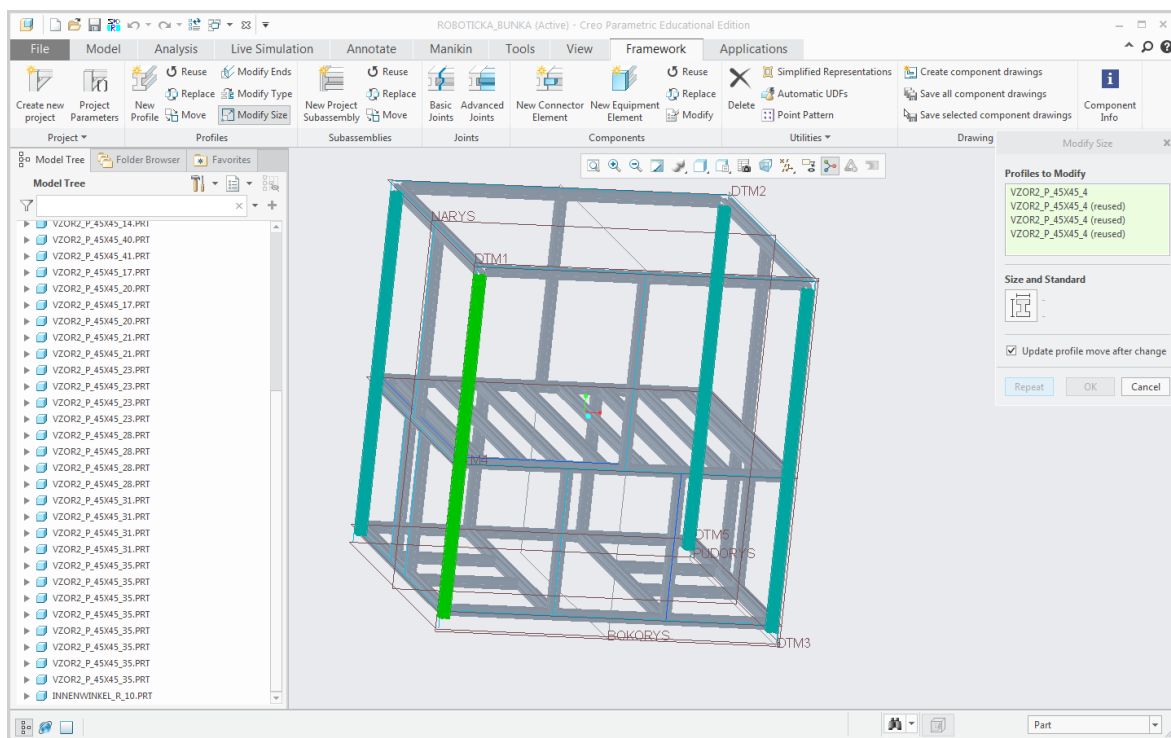
Obr. 81 – Vložení profilu přes body

Na obrázku níže jsou dva profily, přičemž každý z nich má svůj název, tudíž nejsou asociativní. Pokud se v průběhu rozhodneme, že je chceme stejné, využijeme funkci **Replace**. Uvnitř této funkce zvolíme první možnost, tím vytvoříme asociativní kopie se stejným názvem.



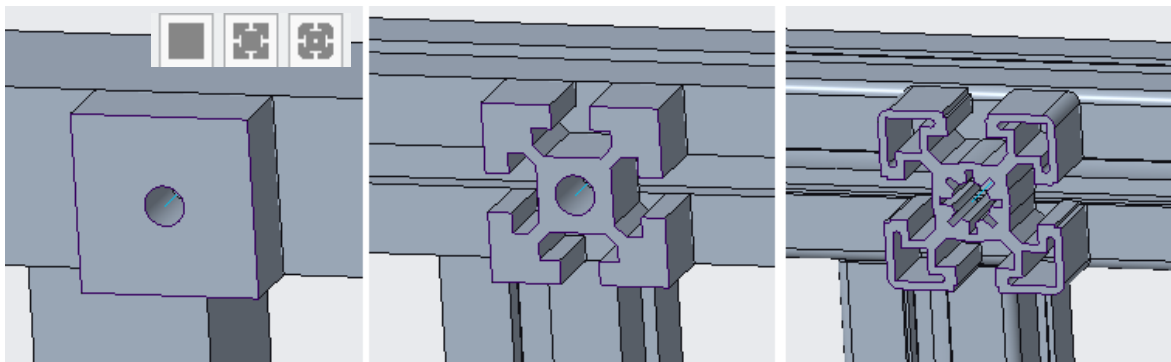
Obr. 82 – Vytvoření asociativního profilu

Pokud máme ve stromě hodně profilů a nechce se nám hledat, které profily jsou stejné, lze využít funkci **Modify Size**. Vyvoláme tuto funkci a vybereme profil. Tím nám tato funkce automaticky ukáže všechny společné profily.



Obr. 83 – Zobrazení stejných profilů

Při využívání Frameworku vidíme, že hliníkové profily jsou vizuálně prezentovány jako čtvercový profil s dírou. Pokud chceme tyto profily vidět podle skutečnosti, využijeme funkci **Simplified Representations** v bloku **Utilities**. Při horším zobrazení je práce s Frameworkem rychlejší, ale někdy je třeba využít lepšího zobrazení kvůli spojovacím součástím. Ve funkci se také nachází různé zobrazení šroubů a kolíků.

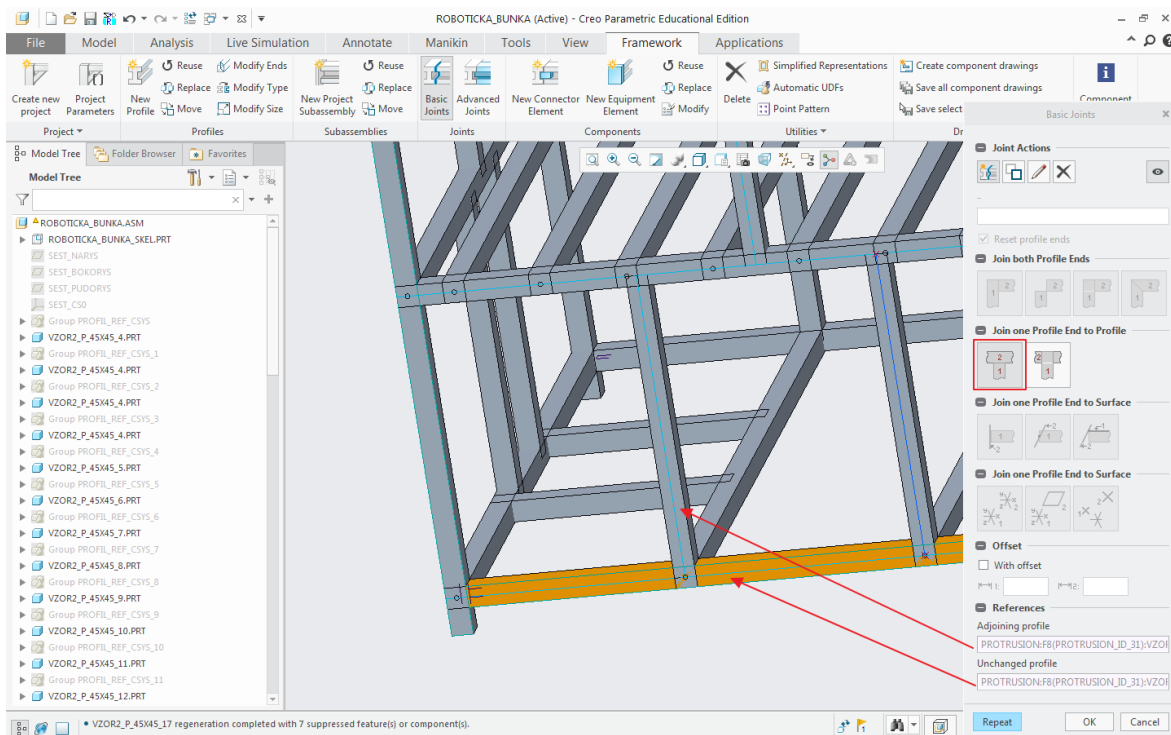


Obr. 84 - Způsob zobrazení profilů

Pokud máme zhotovenou hrubou konstrukci s profily, můžeme přejít na spojování profilů a případné přidání komponentů a spojů.

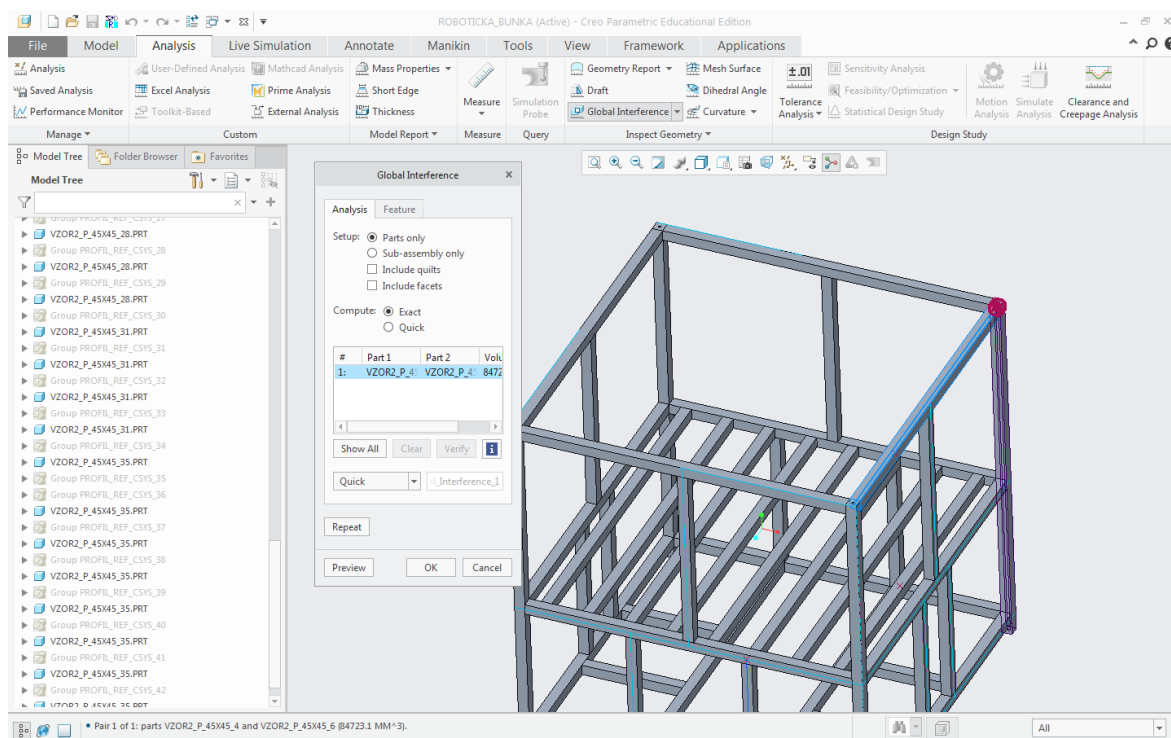
3.2.3 Spojení profilů a tvorba připojovacího rozhraní robotické buňky

Všechny potřebné profily ořežeme dle námi požadovaného záměru.



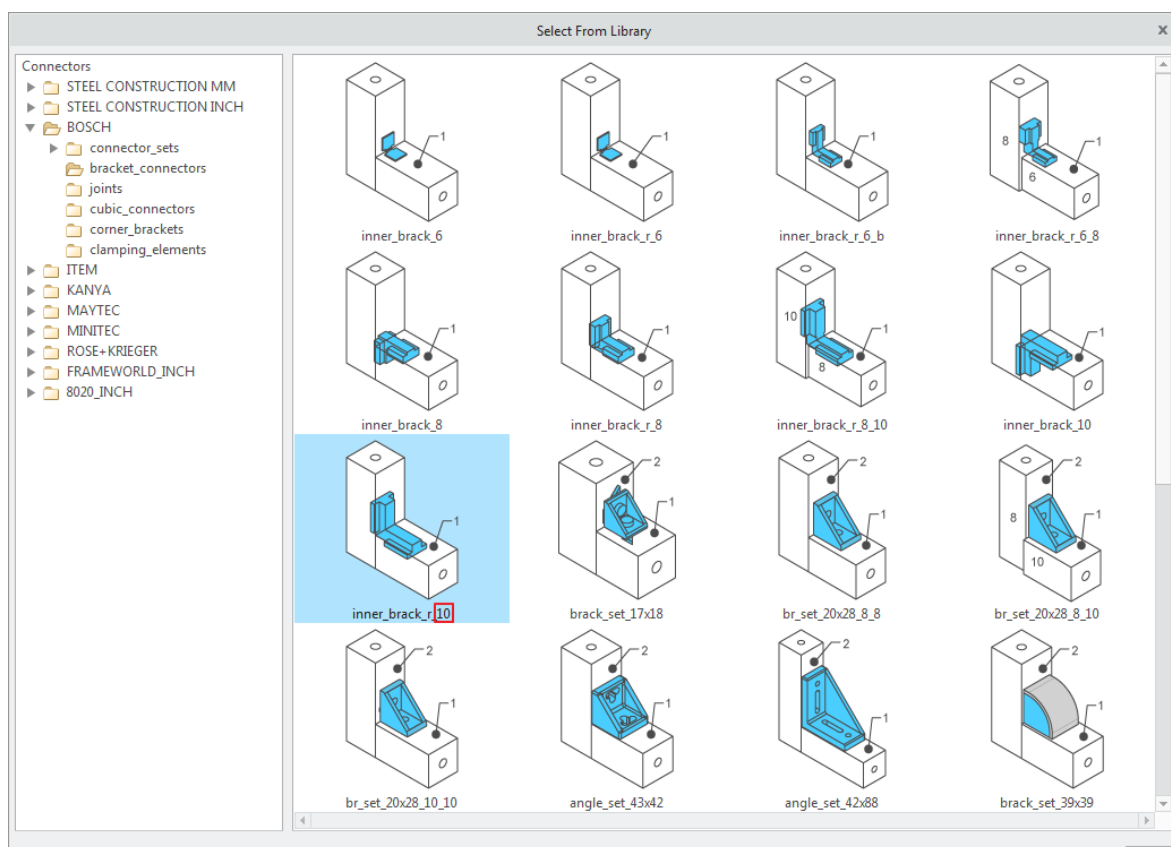
Obr. 85 – Ořezání a spojení profilu

Po zhotovení spojení profilů se můžeme podívat, jestli jsme na nějaké profily nezapomněli. Toto provedeme v záložce **Analysis** v bloku **Inspect Geometry** funkcí **Global Interference**. Vyvoláme tuto funkci a zmáčkneme tlačítko **Preview**. Pokud máme některé profily, které jsou vůči sobě v kolizi, tak je tato funkce zobrazí. Tím si ověříme, zda jsme na něco nezapomněli.



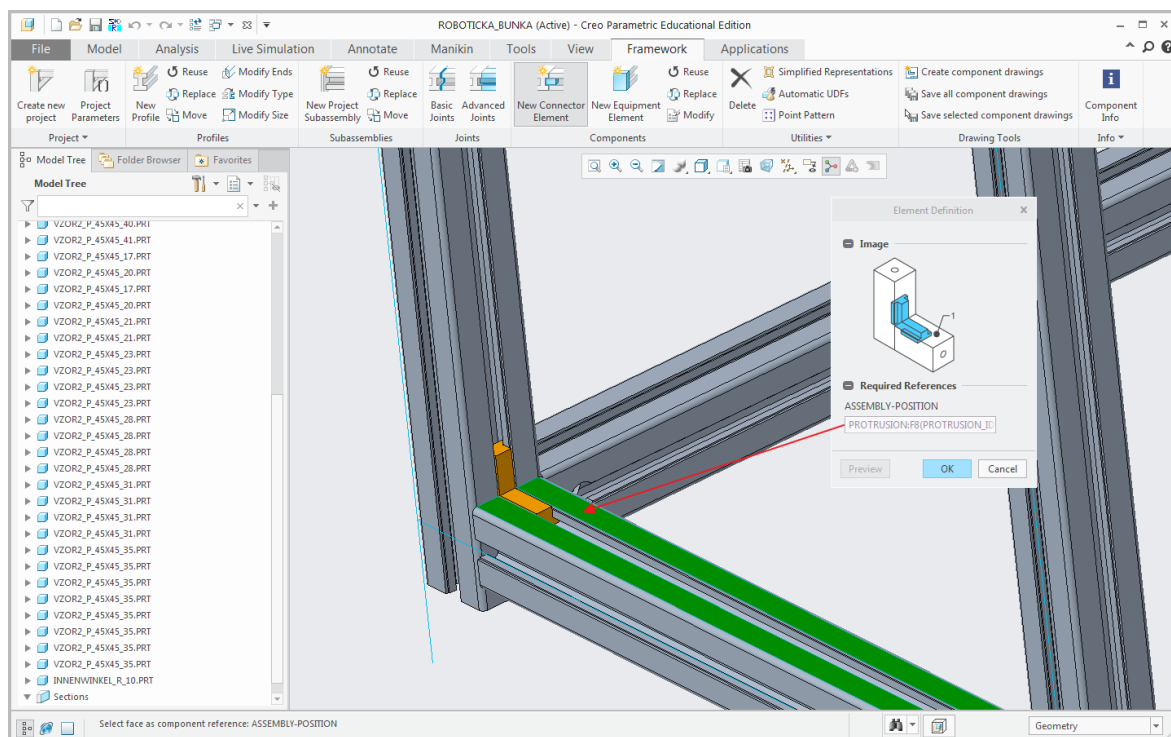
Obr. 86 – Kolize profilů

Pokud máme všechny spoje zhotoveny a zkontrolovány, můžeme se pustit do vkládání spojů. Tyto spoje musíme vybírat z knihovny od firmy Bosh, tím zajistíme kompatibilitu profilu a spojovacího dílu. U těchto spojovacích dílů si musíme dát pozor, aby spojovací díl byl určen do drážky námi použitých profilů. To rozeznáme dle názvu dílu, kde se nachází například číslo 10 (určeno pro profiles_10).



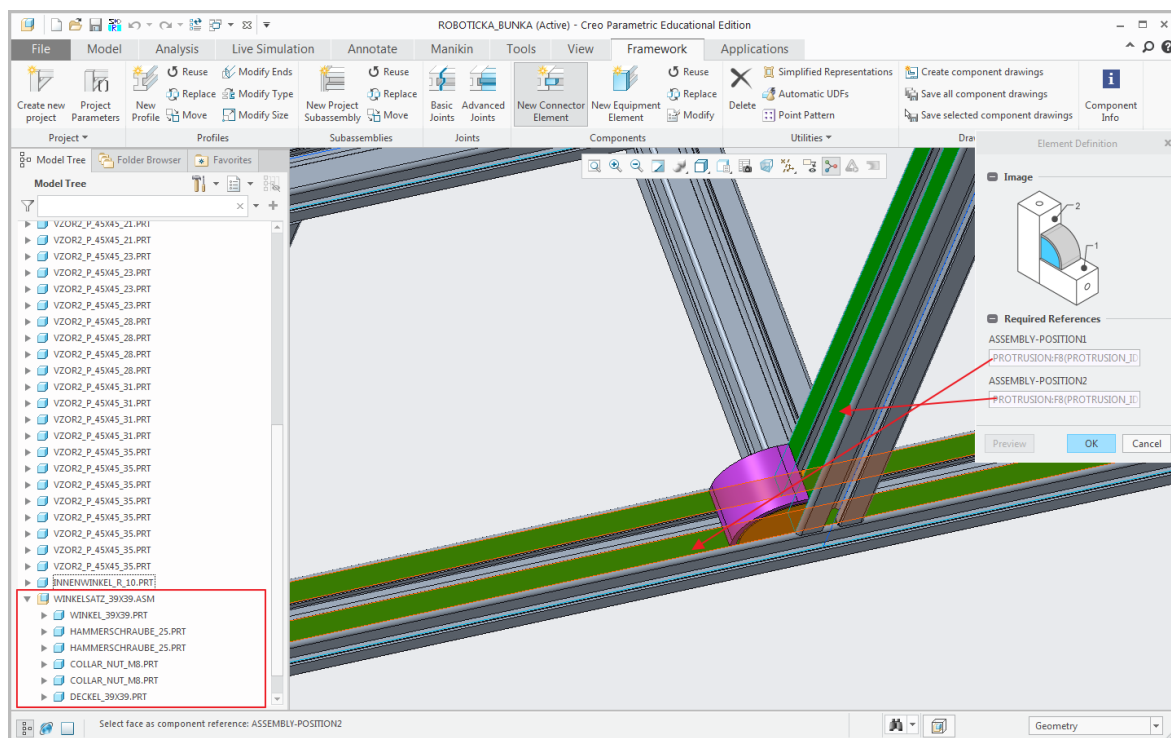
Obr. 87 - Knihovna spojů a ukázka spoje pro profiles_10

V následujících obrázcích si ukážeme různé druhy spojení. Některé tyto spojovací součástky jsou zjednodušeny, proto nemají ukázané šrouby, matice a další.

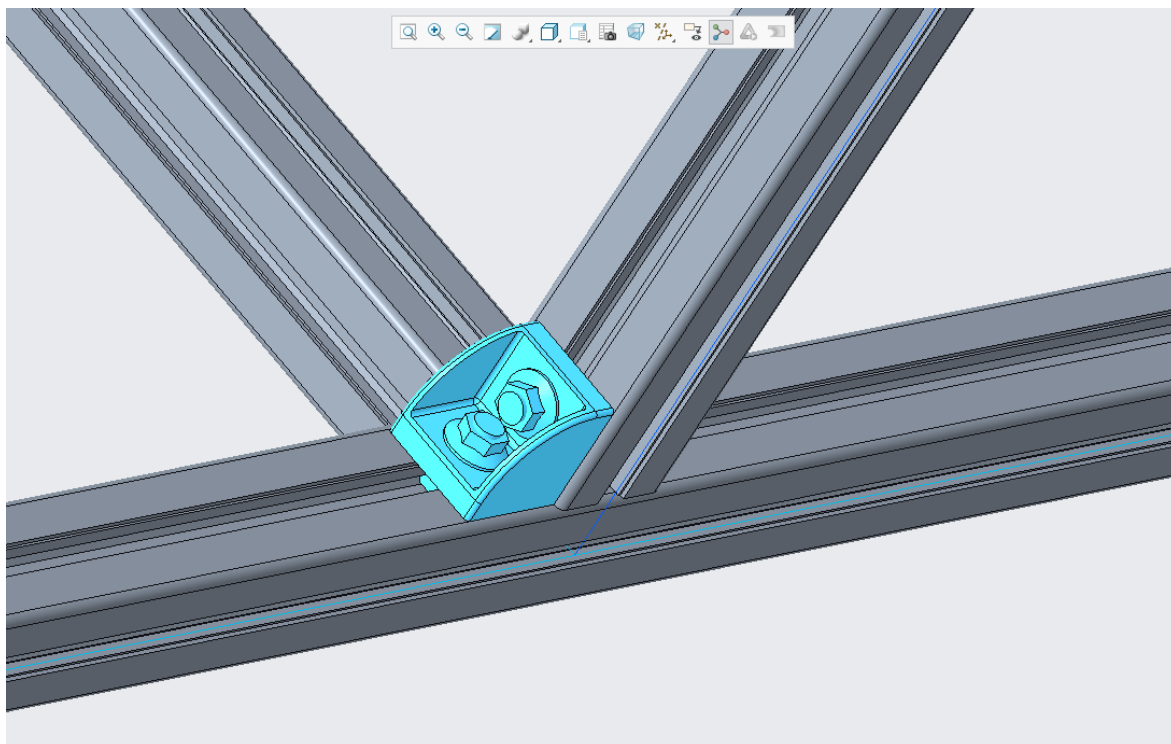


Obr. 88 – Vnitřní úhelník R

Některé spoje se ve stromě zobrazí jako podsestava. Obsahují například šrouby, úhelník, t-matice, krytku a další.

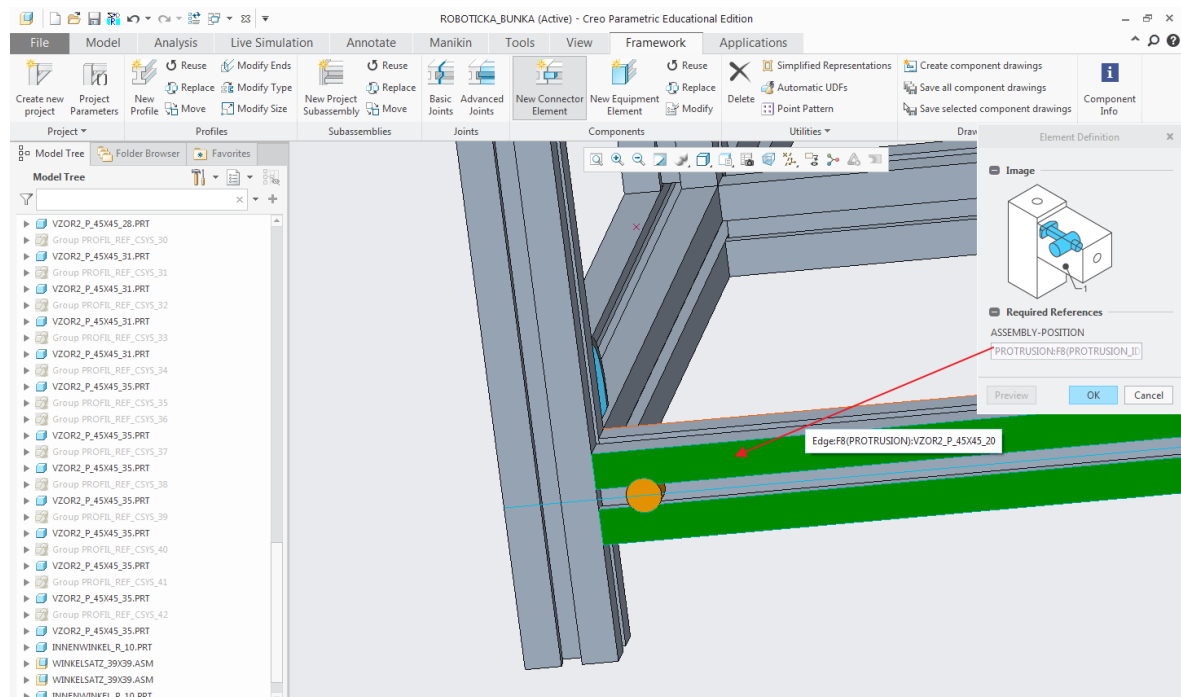


Obr. 89 – Úhelníkový spoj s krytkou

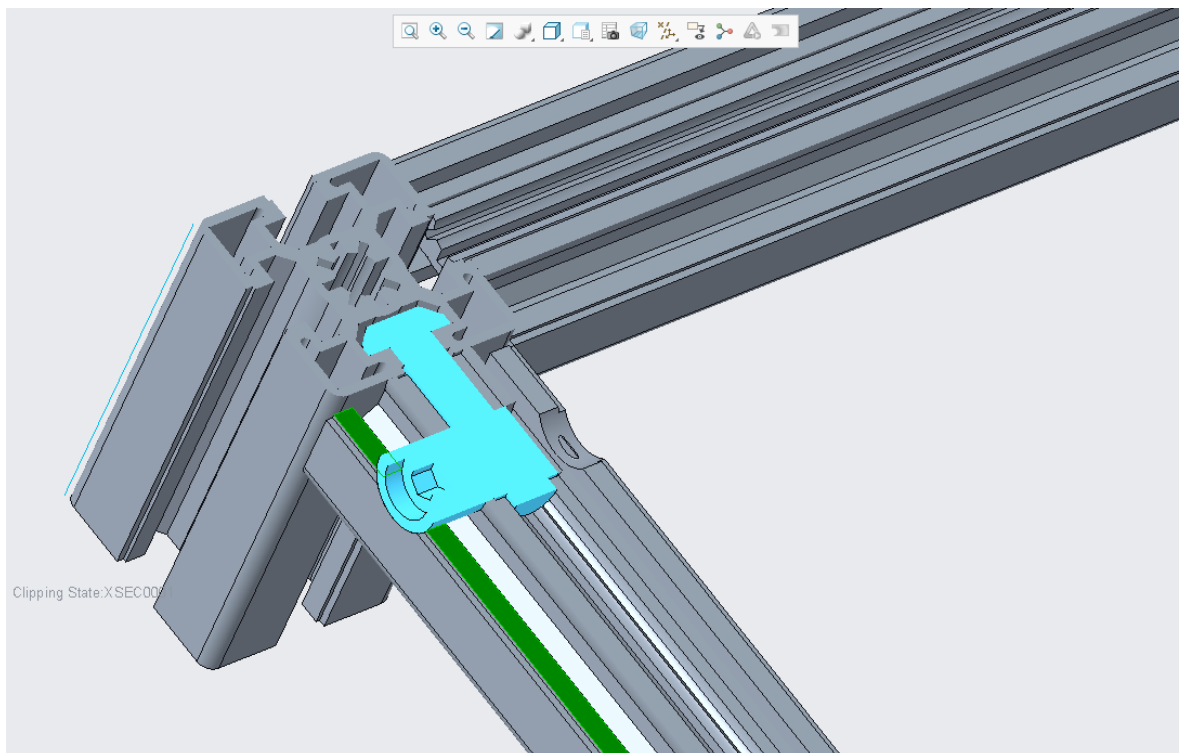


Obr. 90 – Úhelníkový spoj bez krytky

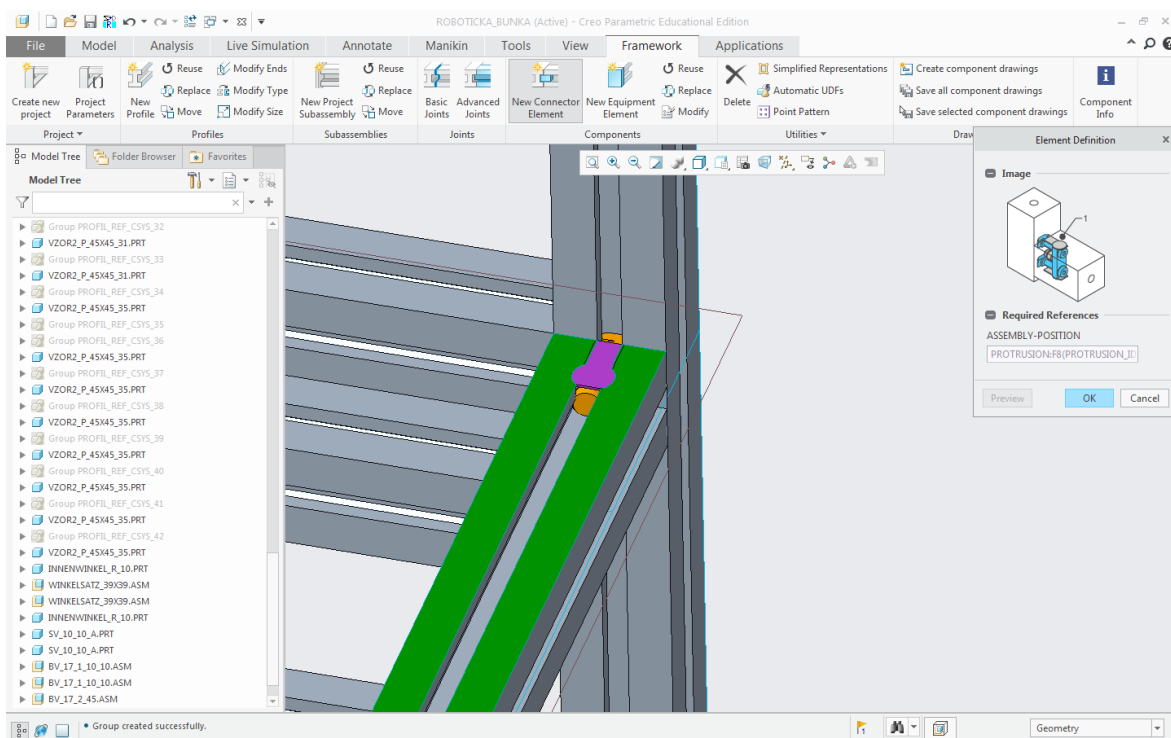
Určitá spojení udělají do profilu díru, proto je třeba dávat pozor na asociativní profily. Tyto profily je následně potřeba otočit a použít také toto spojení, nebo vytvořit samostatný profil přes **Replace**, zvolit čtvrtou možnost (nahrazení samo sebou) a uvnitř stromu historie profilu odstranit díru.



Obr. 91 - Rychloupínací spojka

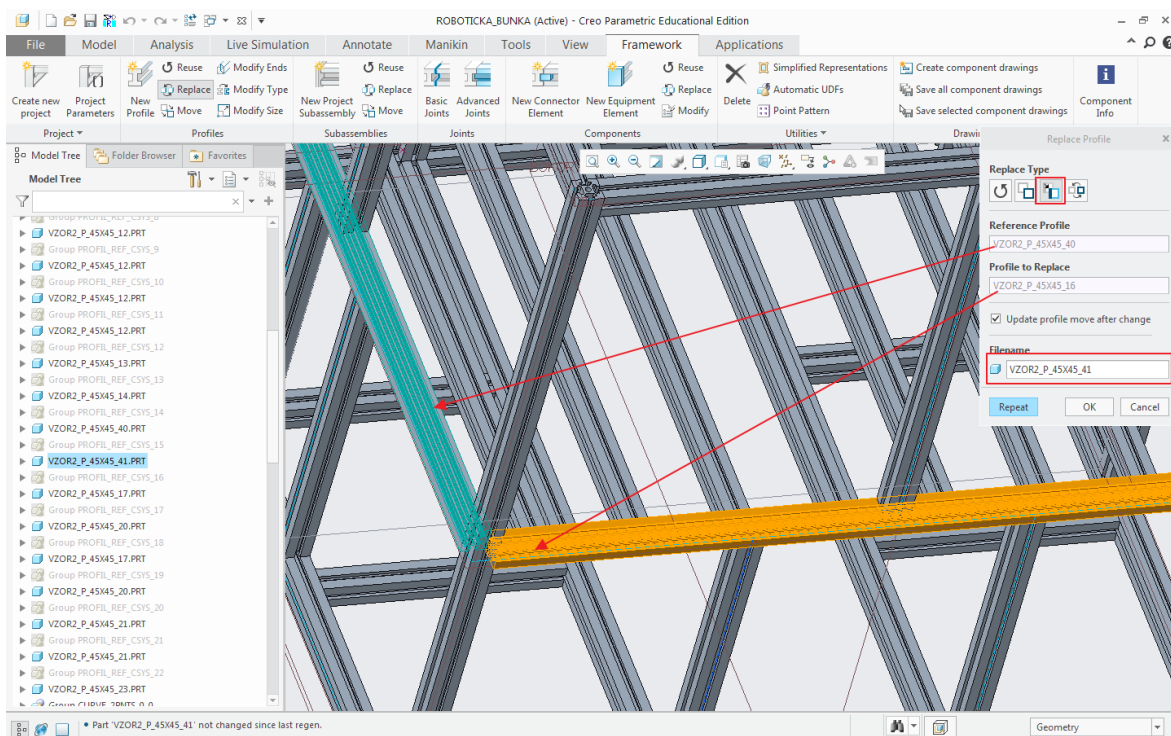


Obr. 92 – Rychloupínací spojka – řez profilu

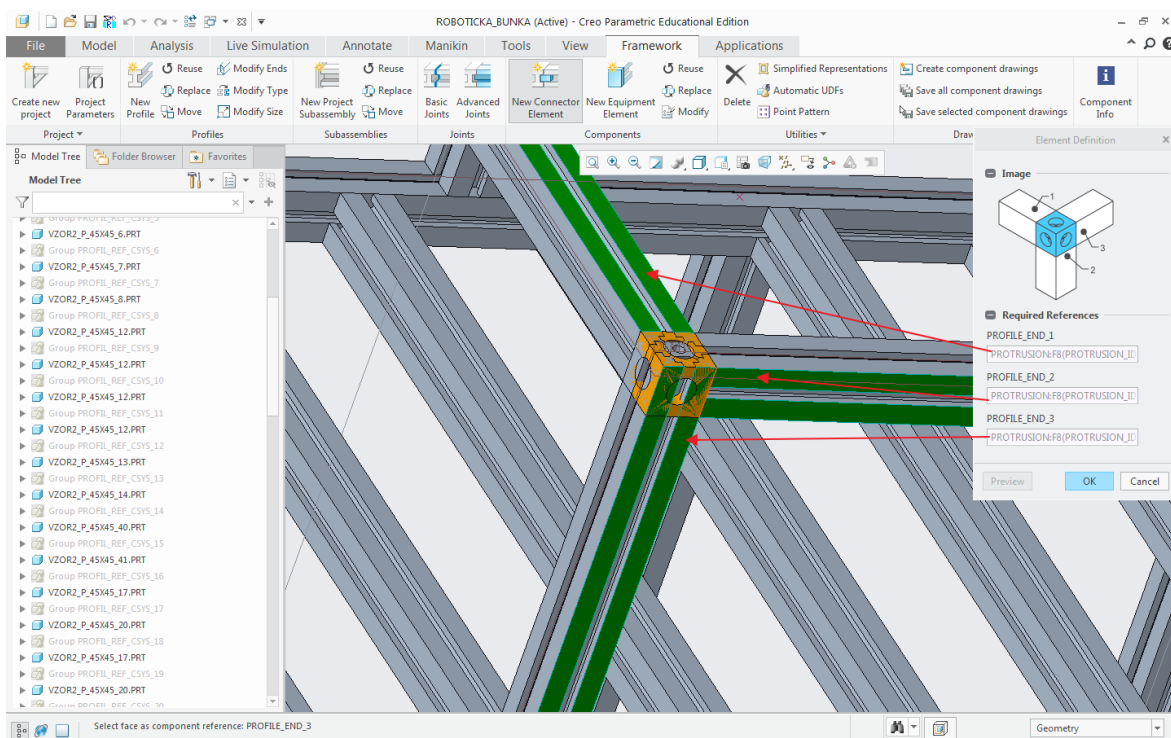


Obr. 93 –Stykový spoj

Další možnost, jak odstranit díru a vytvořit profil, který nebude asociativní s předešlým, je opět využít funkci **Replace** a zvolit třetí možnost, kdy vybereme referenční profil a profil k nahrazení. Tím se vytvoří nový profil (vlastní název) a díry zmizí.

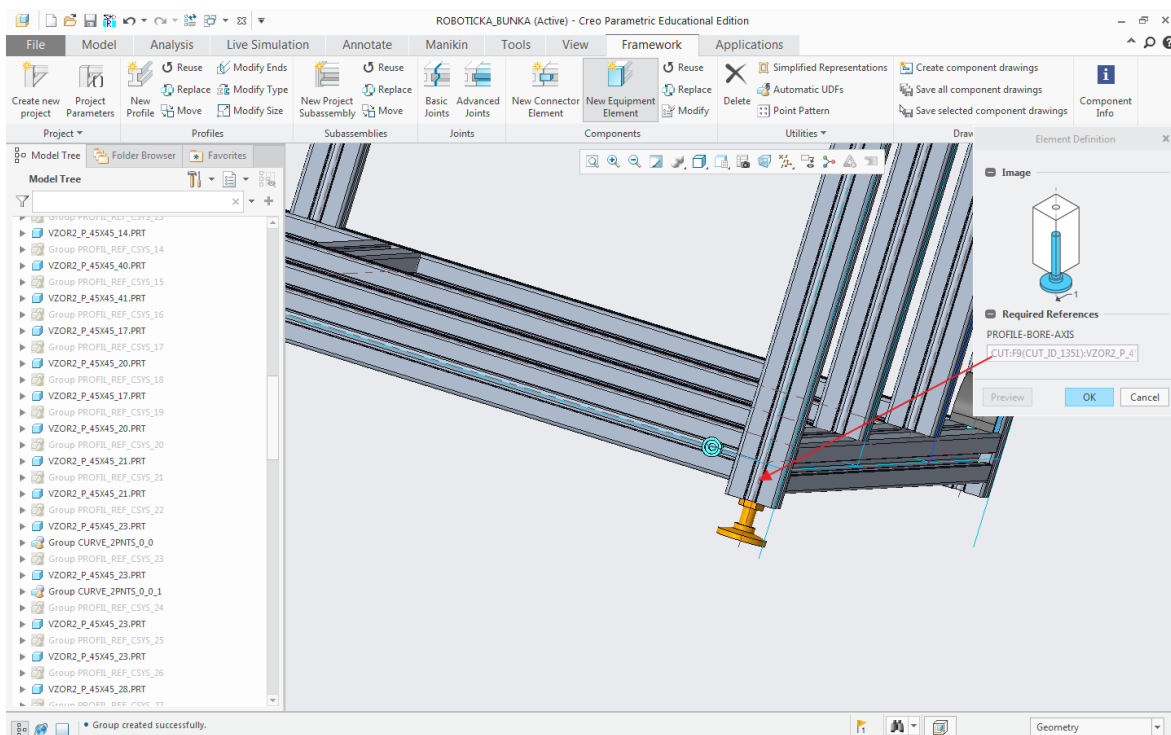


Obr. 94 – Vytvoření neasociativního profilu a odstranění děr



Obr. 95 – Krychlová spojka

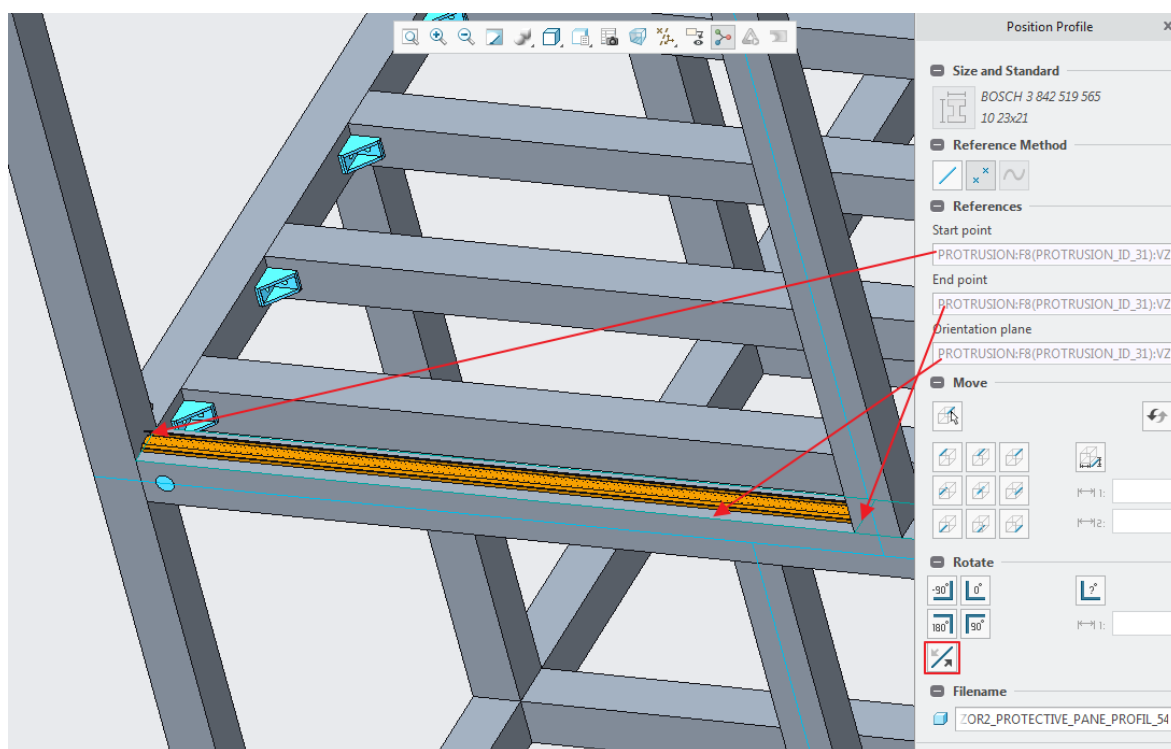
Přidáme ke stojkám podpěrné nohy, které najdeme v **New Equipment Element**, taktéž od firmy Bosh.



Obr. 96 – Přidání podpěrné nohy

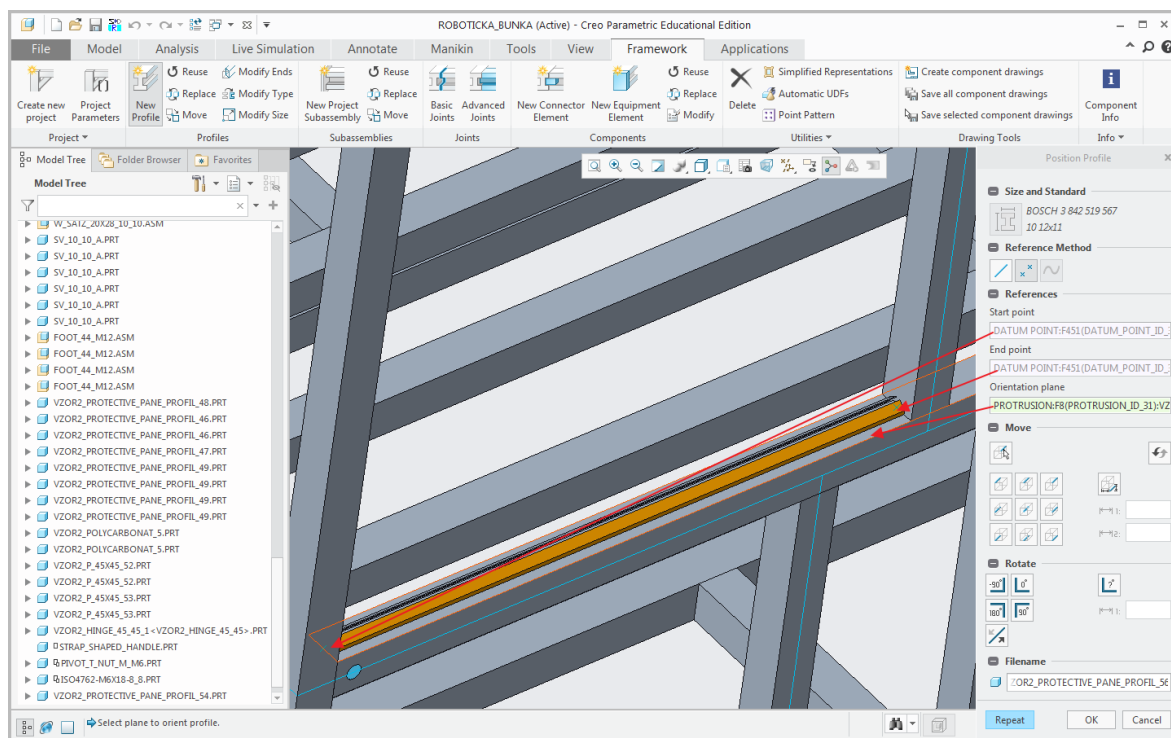
Takto osázený model všemi potřebnými spoji obohatíme uchycovacími profily, do kterých následně vložíme plexisklo.

Při vytváření uchycovacích profilů si profily přepneme do zjednodušeného zobrazení. Přes **New Profile** v knihovně od firmy Bosh v **profiles_10** nalezneme **protective_pane_profile_a**. Vybereme tento profil a zvolíme možnost bodové reference. V tomto případě nebudeme zadávat body, ale hrany profilů, jak lze vidět na obrázku níže. Tímto se nám automaticky vytvoří body ve středu profilu. Určíme také orientační plochu profilu a nakonec funkci v červeném rámečku, která slouží k zrcadlovému otočení profilu.



Obr. 97 – Vytvoření uchycovacího profilu A pro plexisklo

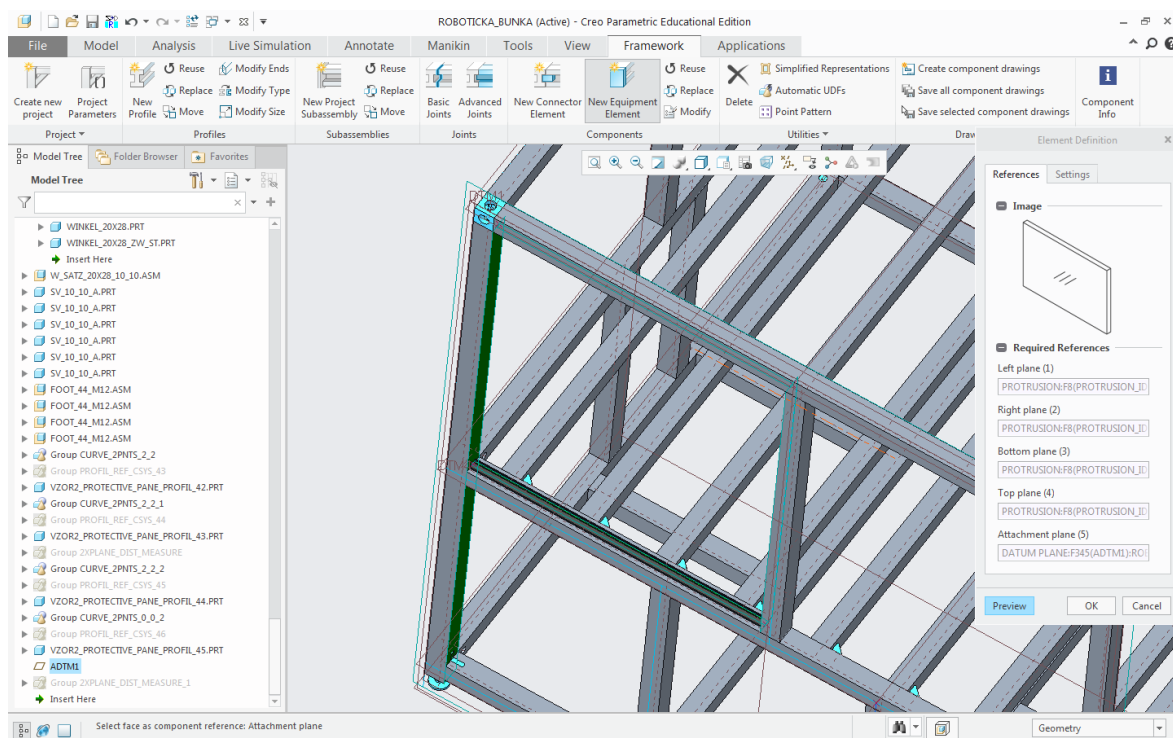
Pro tento vytvořený úchyt vytvoříme protikus, tudíž **protective_pane_profile_b**. Postupujeme jako v předešlém případě, ale tentokrát zvolíme body, které se nám vytvořily. Tento protikus pootočíme do námi potřebné polohy.



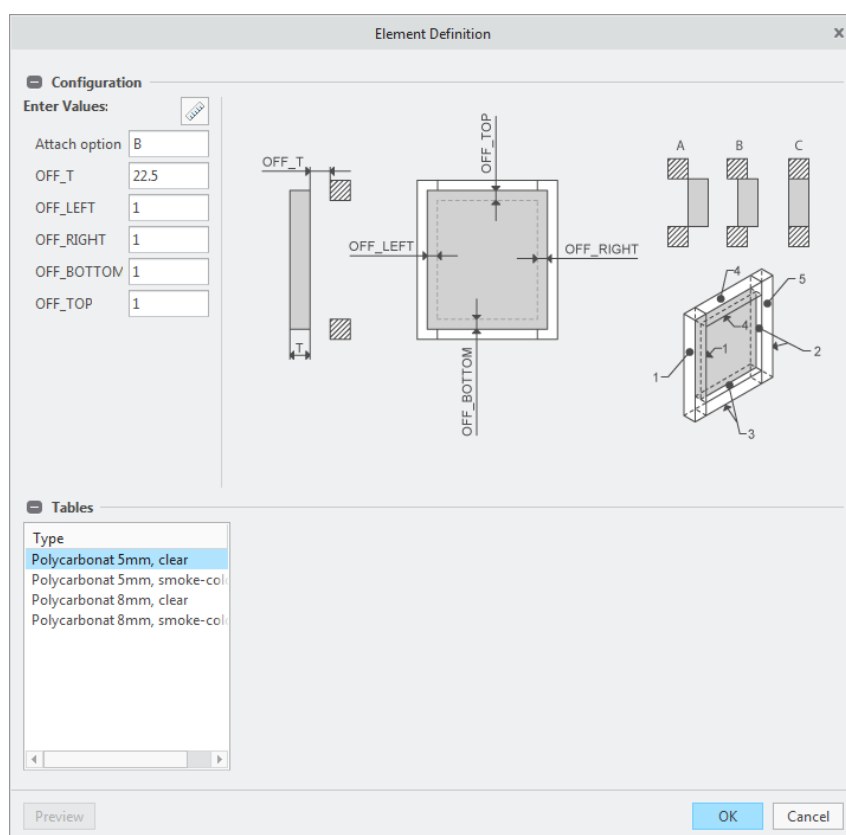
Obr. 98 - Vytvoření protikusu uchycovacího profilu pro plexisklo

Uchycovací profily vytvoříme na všech místech, kde budeme umísťovat sklo. Zde lze taktéž využít u stejných dílů funkci **Reuse**, s volbou první možnosti.

Nyní do uchopovacích profilů vložíme plexisklo. Plexisklo najdeme v **New Equipment Element** v knihovně **ITEM** -> **plate_elements** (Bosh nemá v knihovně k dispozici plexiskla). Dle vyskakovacího okna zvolíme levou, pravou, spodní a horní plochu, následně plochu dotykovou. Poté se objeví konfigurační tabulka, kde si nastavíme rozměry a referenční dotyk.

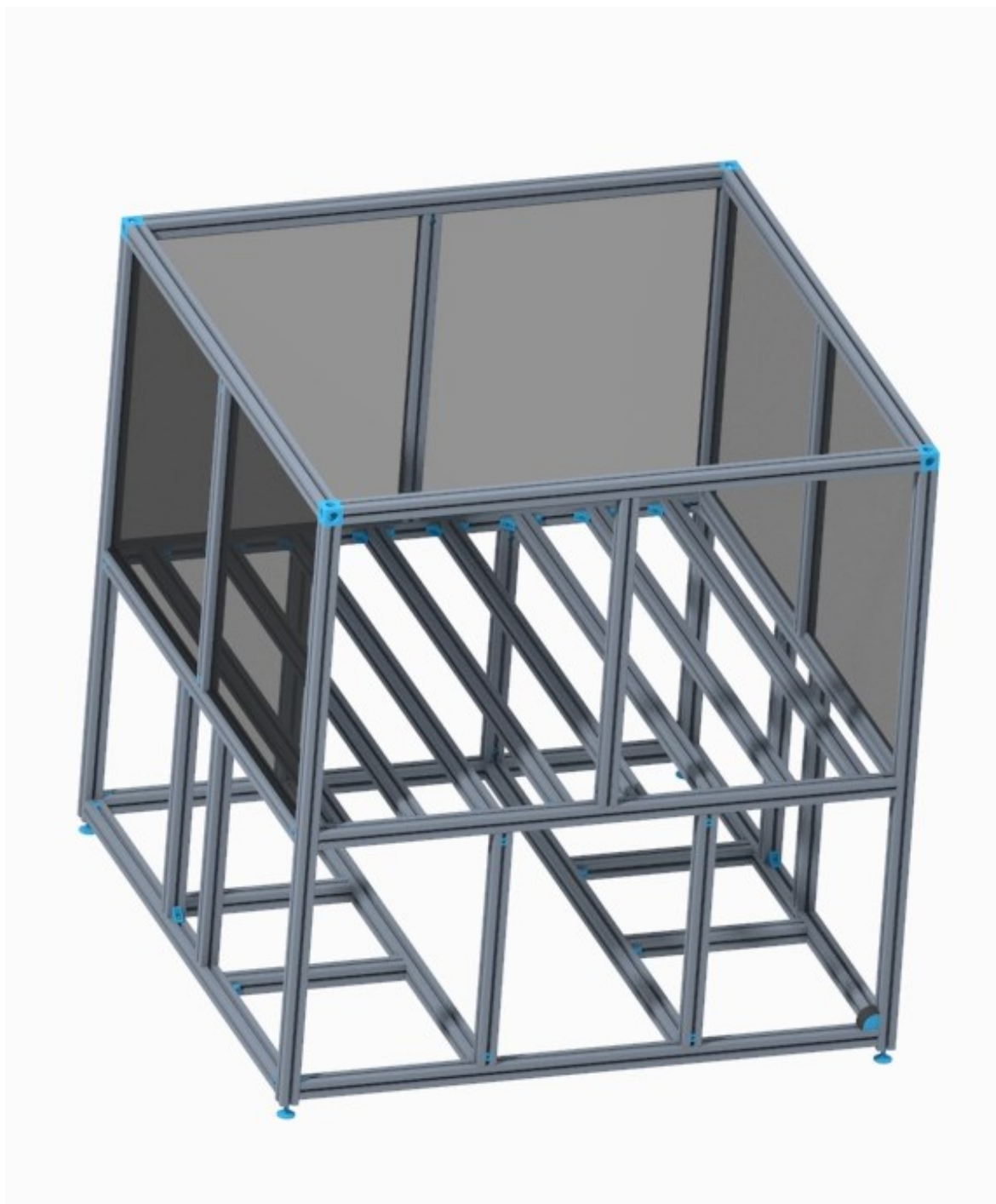


Obr. 99 Vytvoření plexiskla - reference



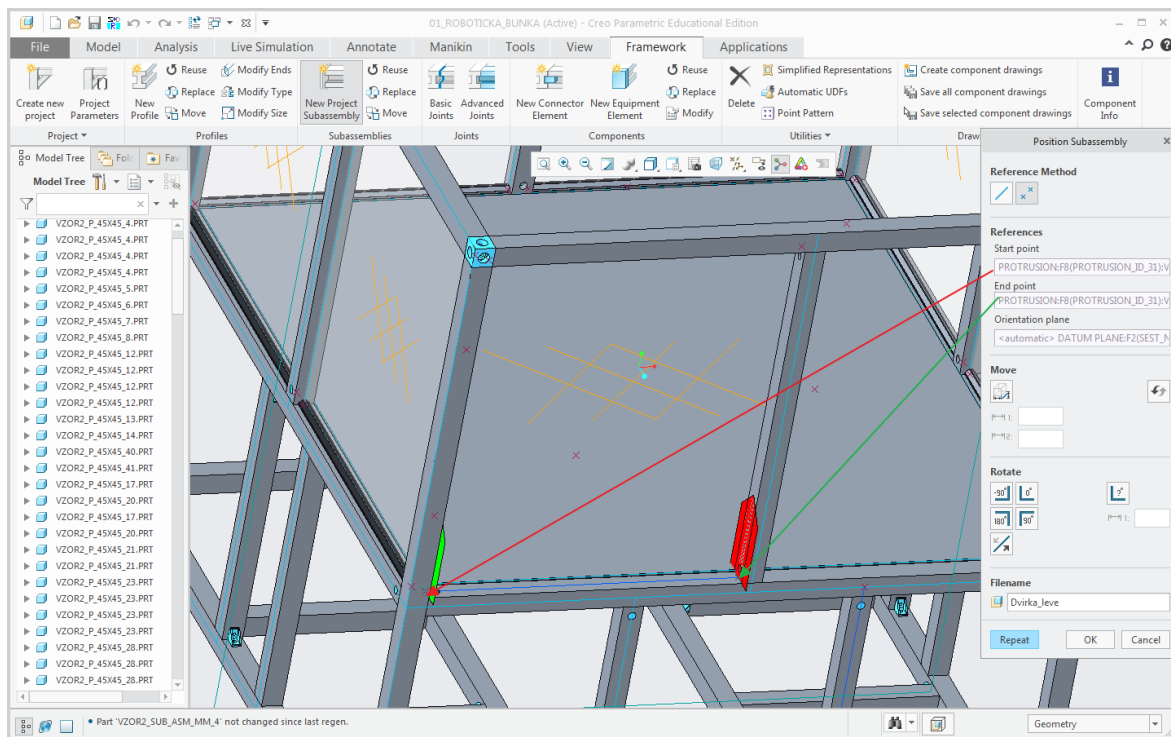
Obr. 100 - Vytvoření plexiskla - rozměry

K takto vytvořené buňce přidáme podsestavu v podobě dvířek a také hliníkový plech pro vytvoření plochy, kde bude umístěn robot.



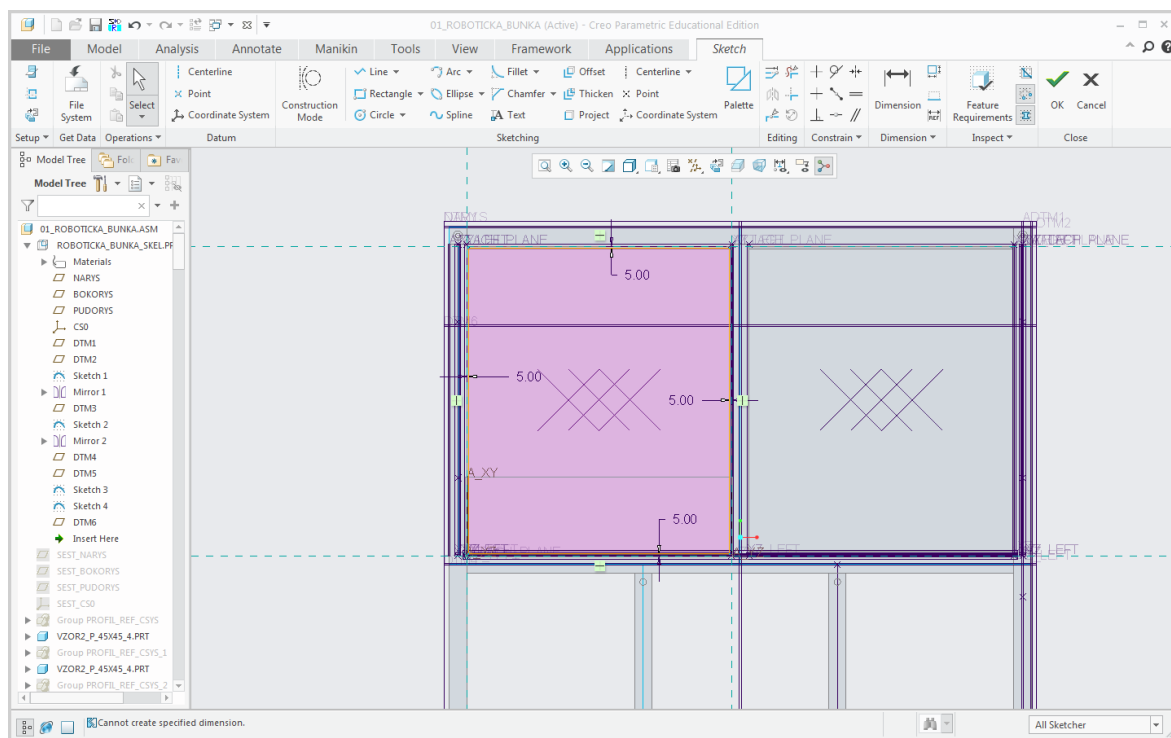
Obr. 101 – Prozatímní konstrukce buňky

Vytvoříme si podsestavu pomocí funkce **New Project Subassembly**. Zvolíme dva body, které budou reprezentovat referenční hrany profilů viz. Obr. 102 a název podsestavy. Dále použijeme rotaci tak, abychom zelenou a červenou šipku dostali směrem vzhůru. Tyto šipky reprezentují kraje podsestavy a zároveň kolem čeho se podsestava bude otáčet.



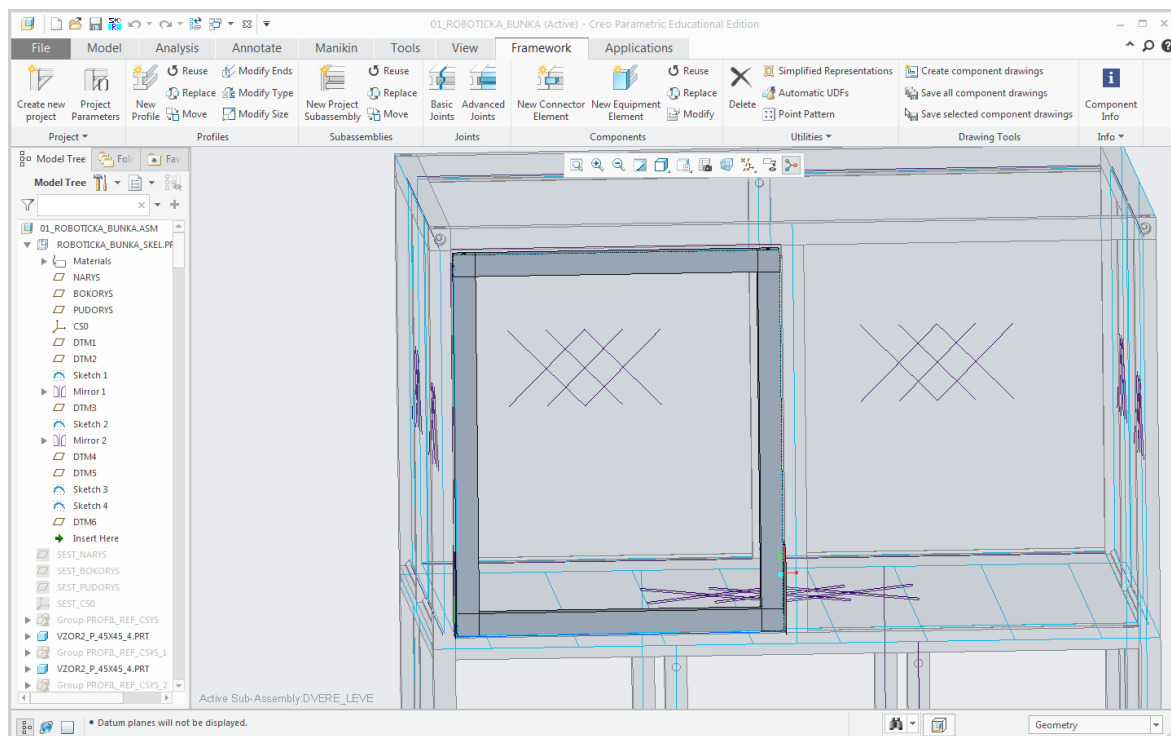
Obr. 102 – Vytvoření podsestavy dvířek

Vstoupíme do podsestavy a vytvoříme **Sketch** na rovinu, kde máme vytvořený skelet buňky. Ve **Sketchi** vytvoříme obdélník, který bude mít z každé strany vůli od ostatních profilů 5 mm.



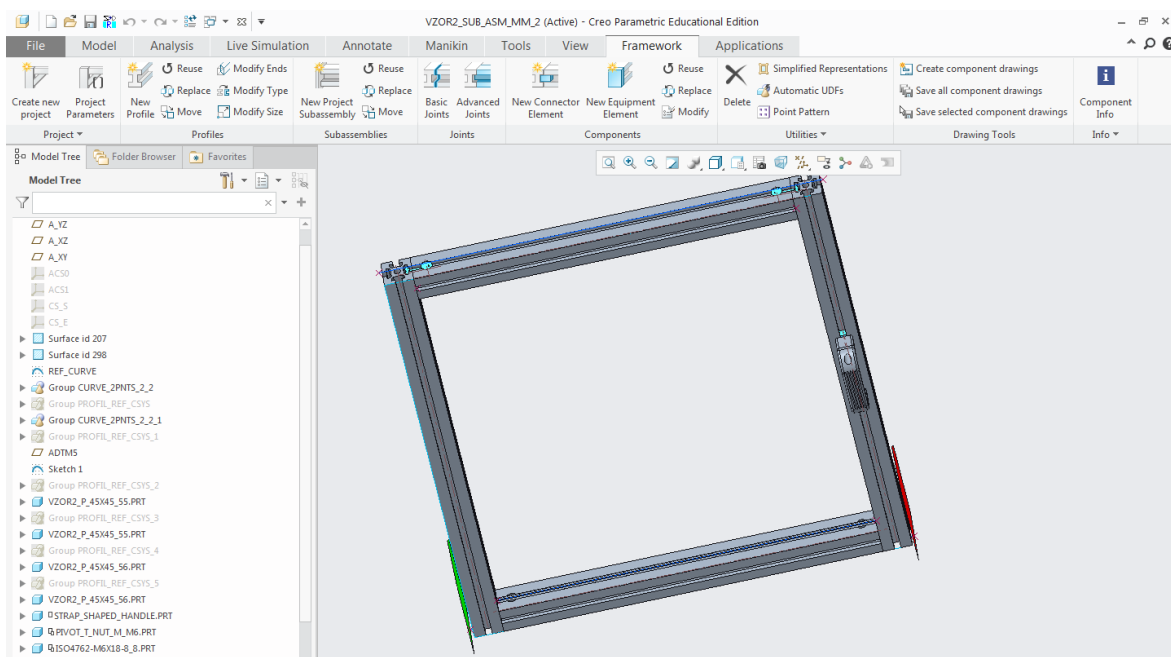
Obr. 103 – Vytvoření Sketche

Vytvořenou skicu osadíme profily, které jsme používali při tvorbě buňky.

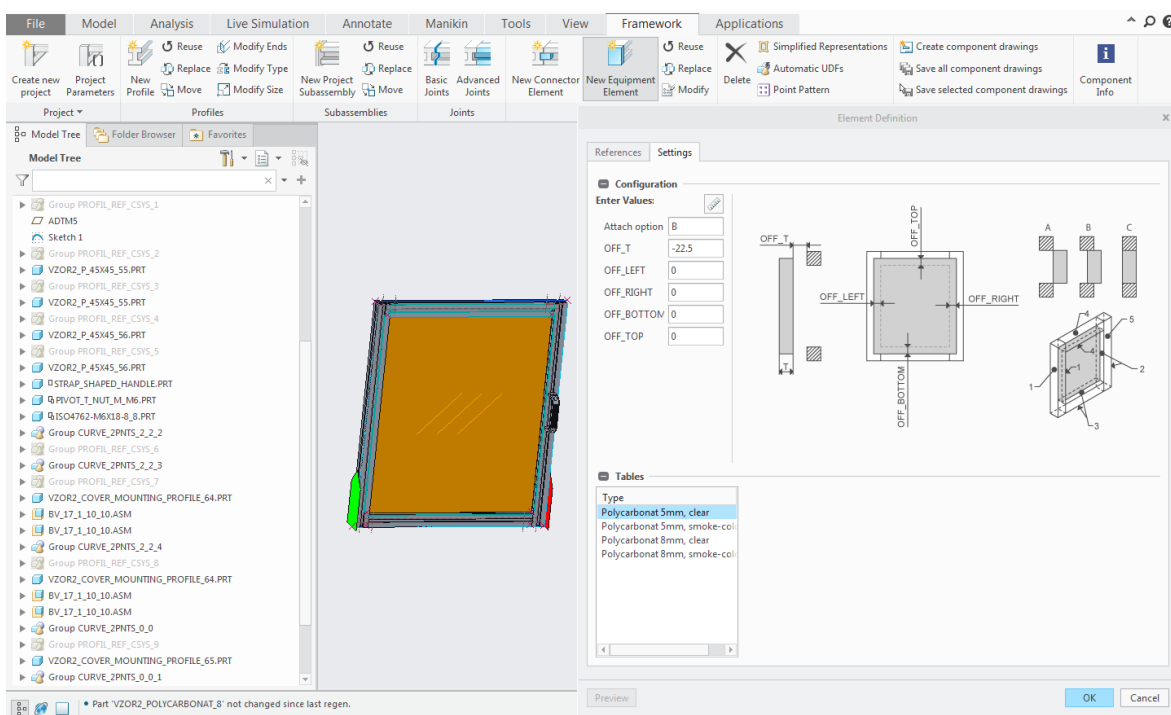


Obr. 104 – Osazení skeletonu dvířek

Tyto dvířka si otevřeme v samostatném okně a provedeme následné úpravy v podobě spojení profilů, přidáním spojovacích dílů, úchytových profilů, plexiskla a rukojeti, kterou stáhneme ze stránek firmy Bosh, jelikož se tato rukojeť nenachází v knihovnách. Zde můžeme využít kapitoly 3.1.5, ve které je uveden návod, jak vložit díl do knihovny. Rukojeť přichytíme pomocí T-matic (v knihovně Bosh **New Equipment Element**) a imbusových šroubů, přes záložku **Tools**.

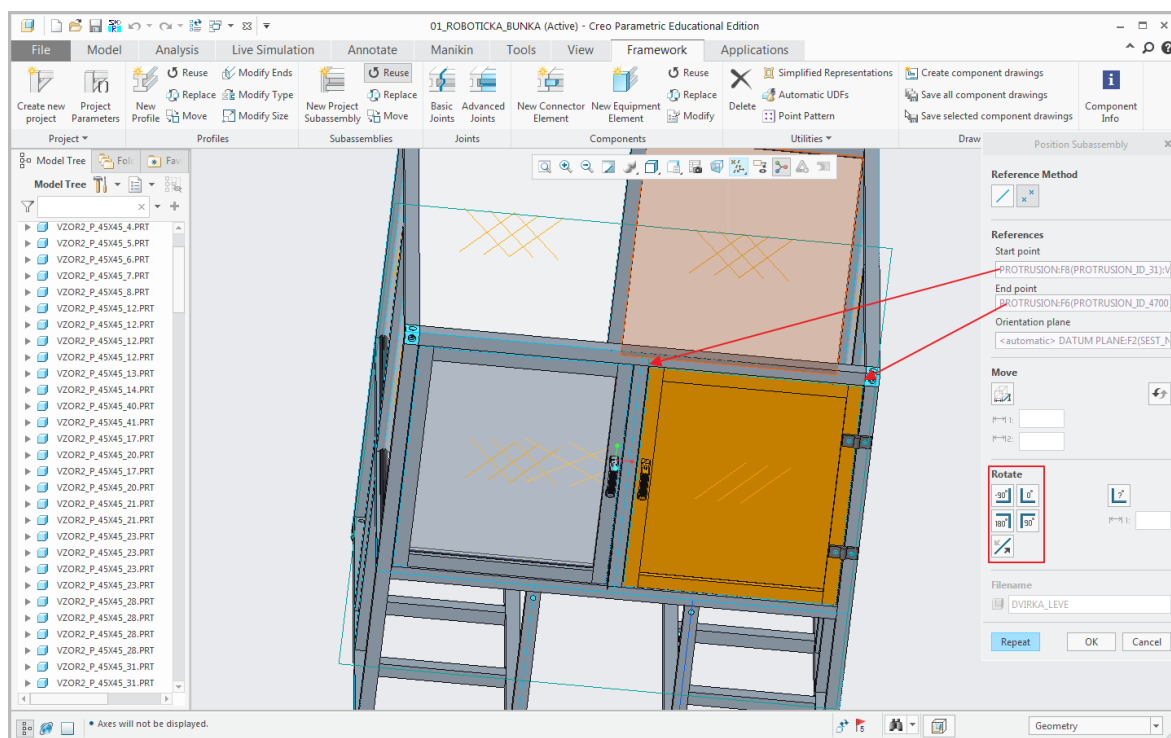


Obr. 105 – Rám dvířek s rukojetí



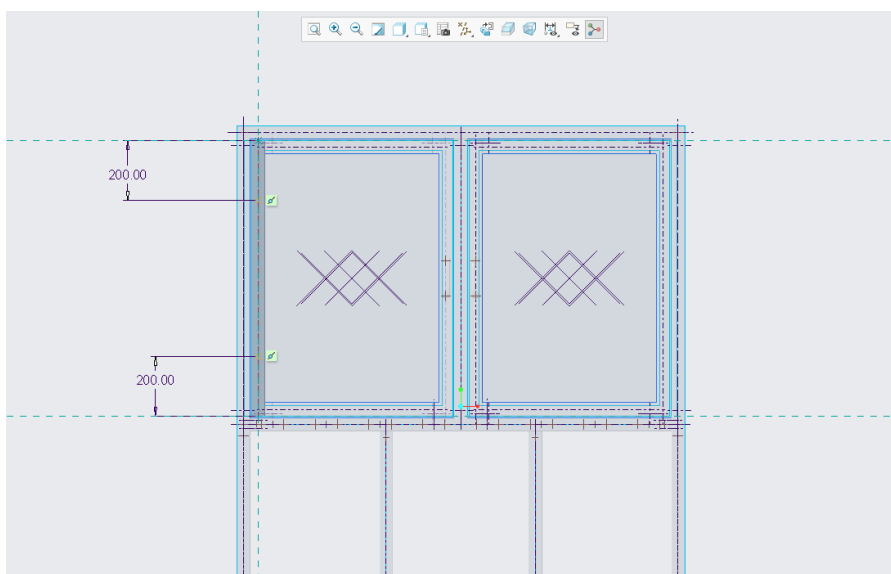
Obr. 106 – Vložení plexiskla do dvířek

Vrátíme se zpátky do sestavy robotické buňky a tyto dvířka přes **Reuse** v bloku **Subassembly** znovu použijeme. V **Reuse** použijeme první možnost, jelikož obě dvířka budou stejná, jen otočená o 180°. Dále jako referenční body zvolíme horní hrany profilů a následně provedeme potřebnou rotaci a zrcadlení.



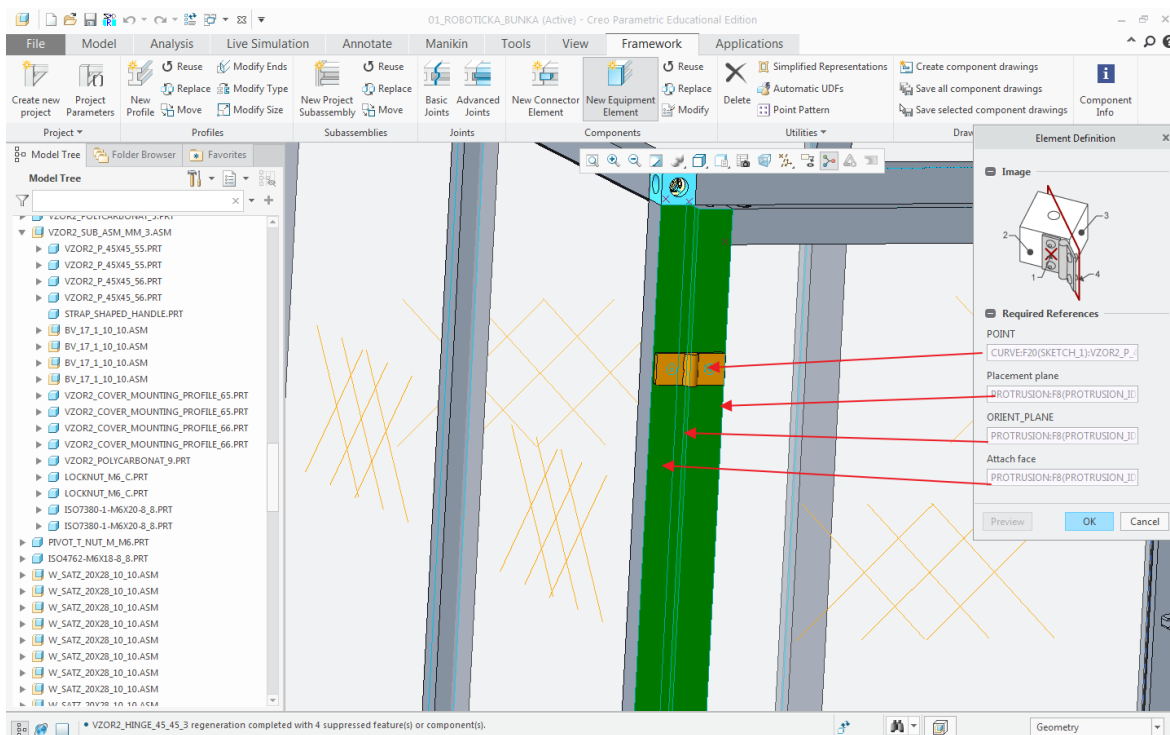
Obr. 107 – Vytvoření druhých dvířek

Pro dvířka vytvoříme kloubový závěs. Než vložíme model kloubového závěsu, vytvoříme dva body na profilu, kde budou závěsy.



Obr. 108 – Vytvoření bodů pro závěsy

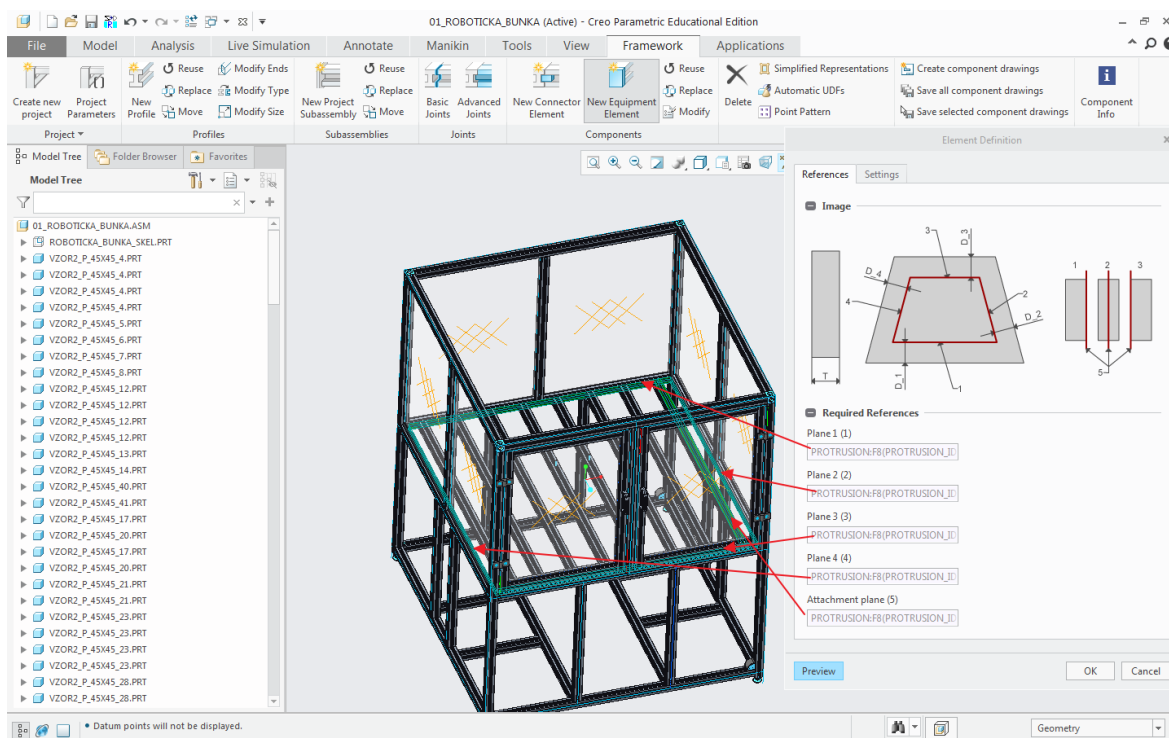
Vytvoříme dva kloubové závěsy pro každé dvířka přes **New Equipment Element**.



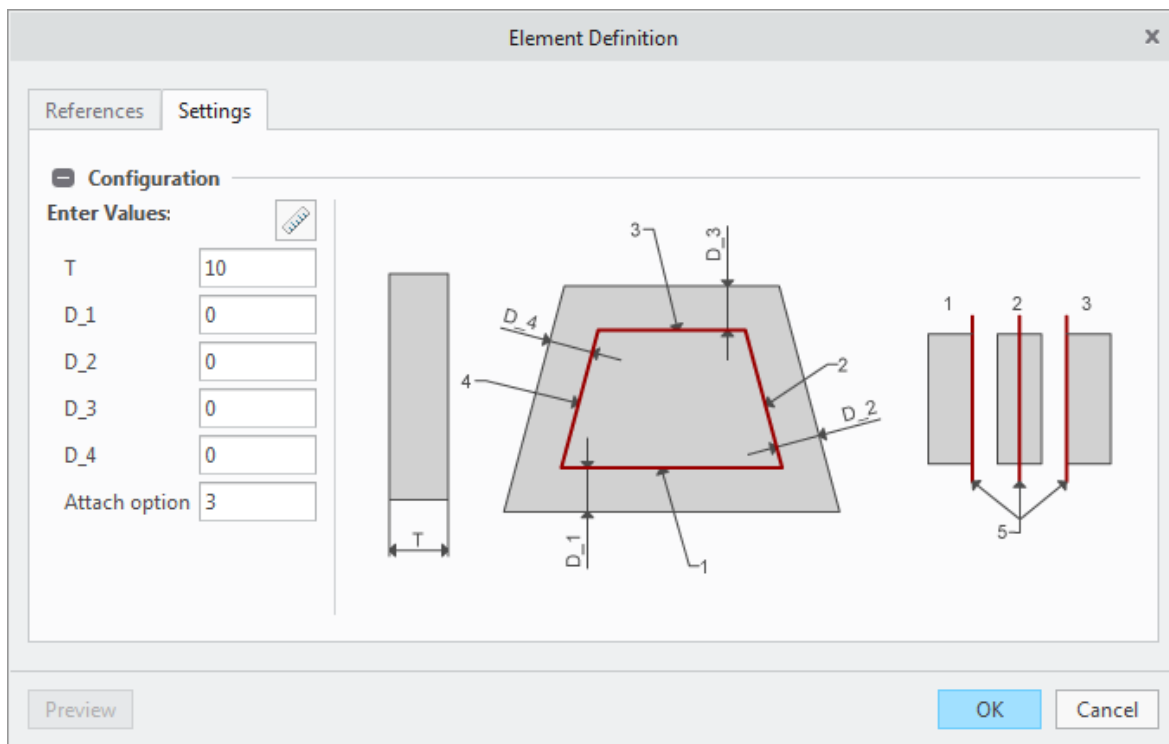
Obr. 109 – Vytvoření kloubového závěsu

Vložíme 10 mm plech, na kterém pak bude umístěný robot. Tento plech umístíme pomocí šroubů a matic skrz hliníkové profily.

Vyvoláme funkci **New Equipment Element -> PLATES MM -> PLATE 4 PLANES**. Zvolíme krajní plochy plechu a jeho rozměry.



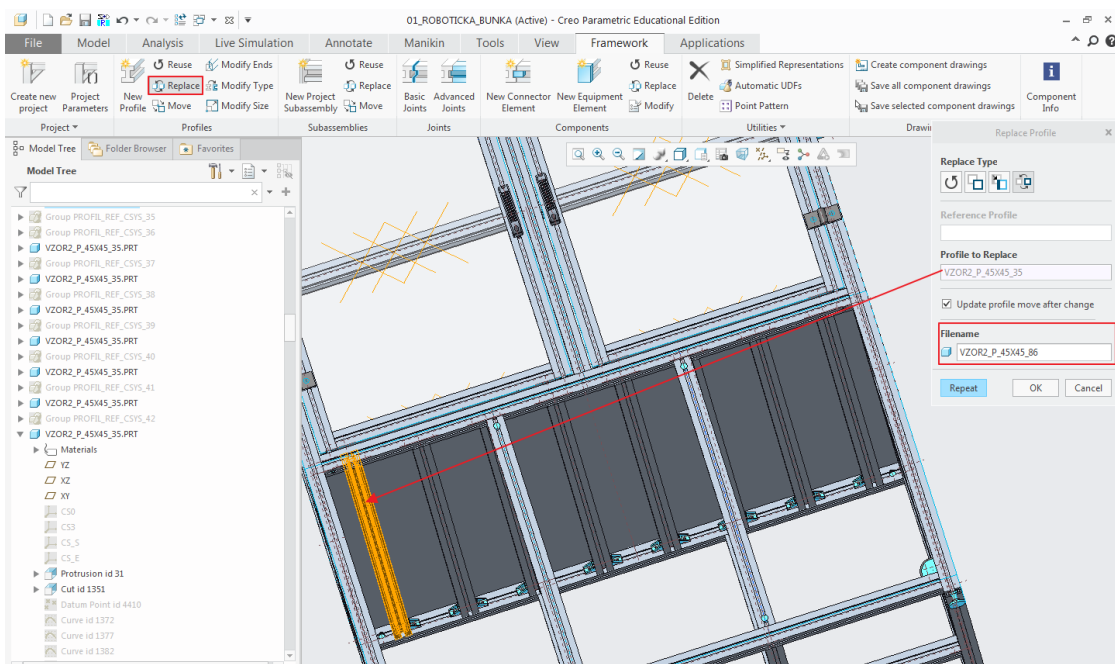
Obr. 111 – Vytvoření plechu – reference



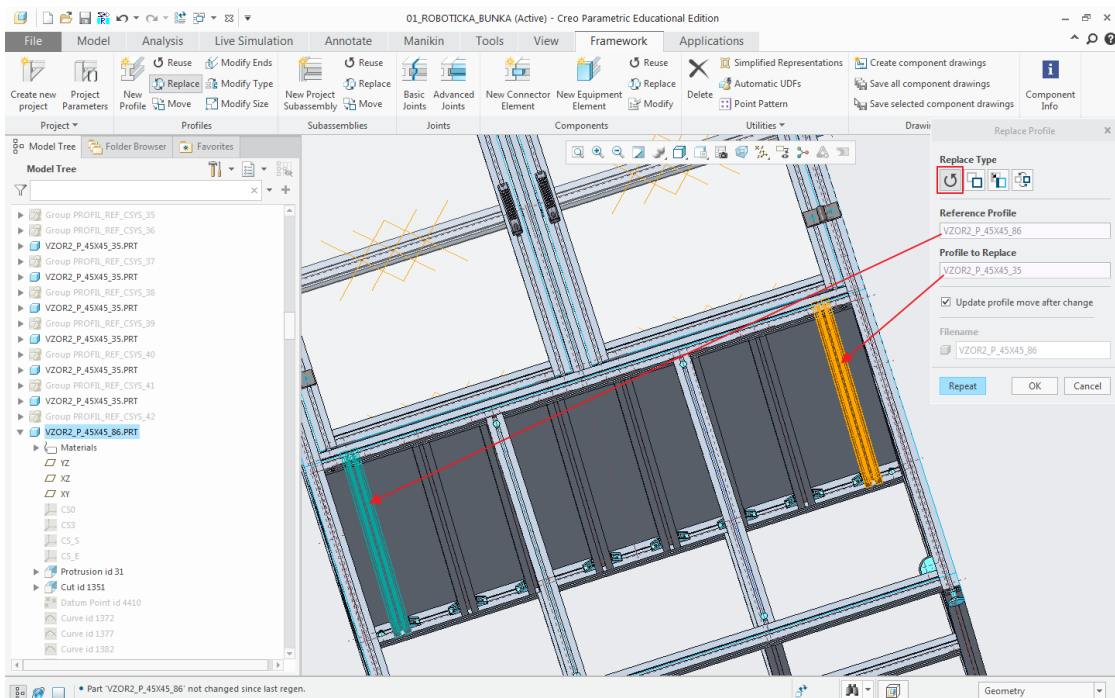
Obr. 110 - Vytvoření plechu - rozměry

Pro vložený plech vytvoříme díry do hliníkových profilů. V našem případě potřebujeme krajní hliníkové profily osamostatnit a společně tyto dva profily udělat asociativní.

Přes **Replace** a kopírováním samo sebe osamostatníme první profil, který poté použijeme jako referenční pro druhý profil.

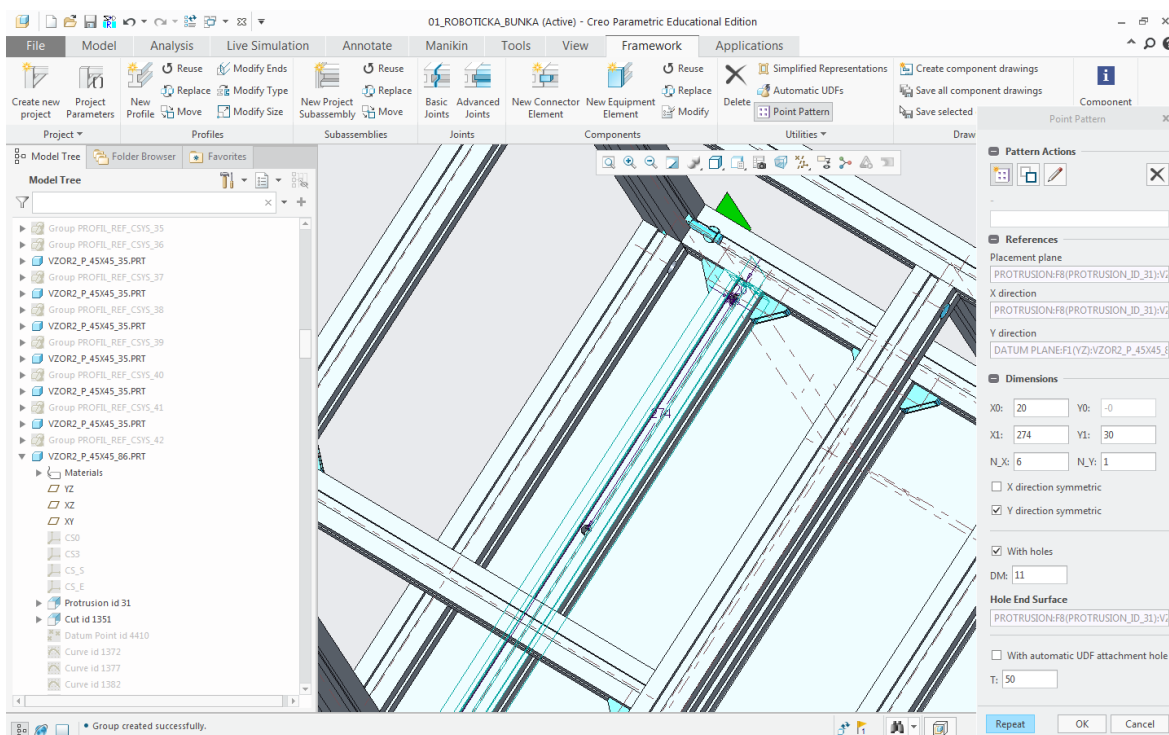


Obr. 112 – Osamostatnění profilu



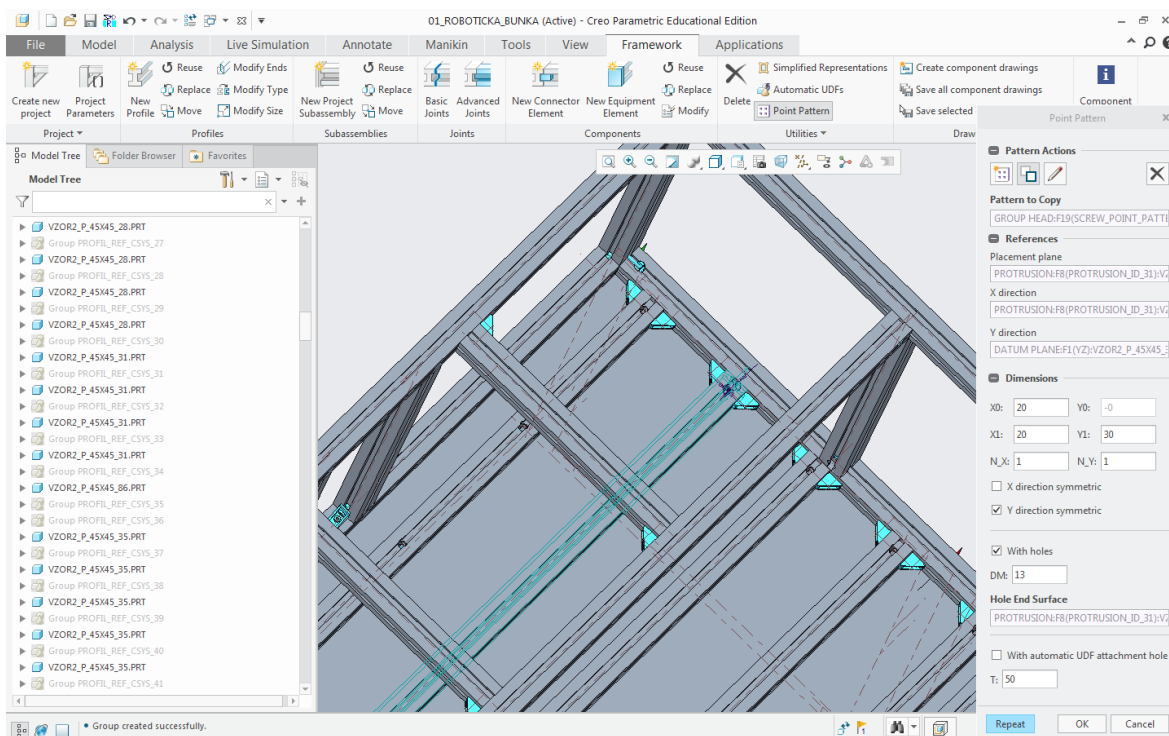
Obr. 113 – Znovu použití profilu

Do těchto profilů vytvoříme díry přes **Point Pattern**.



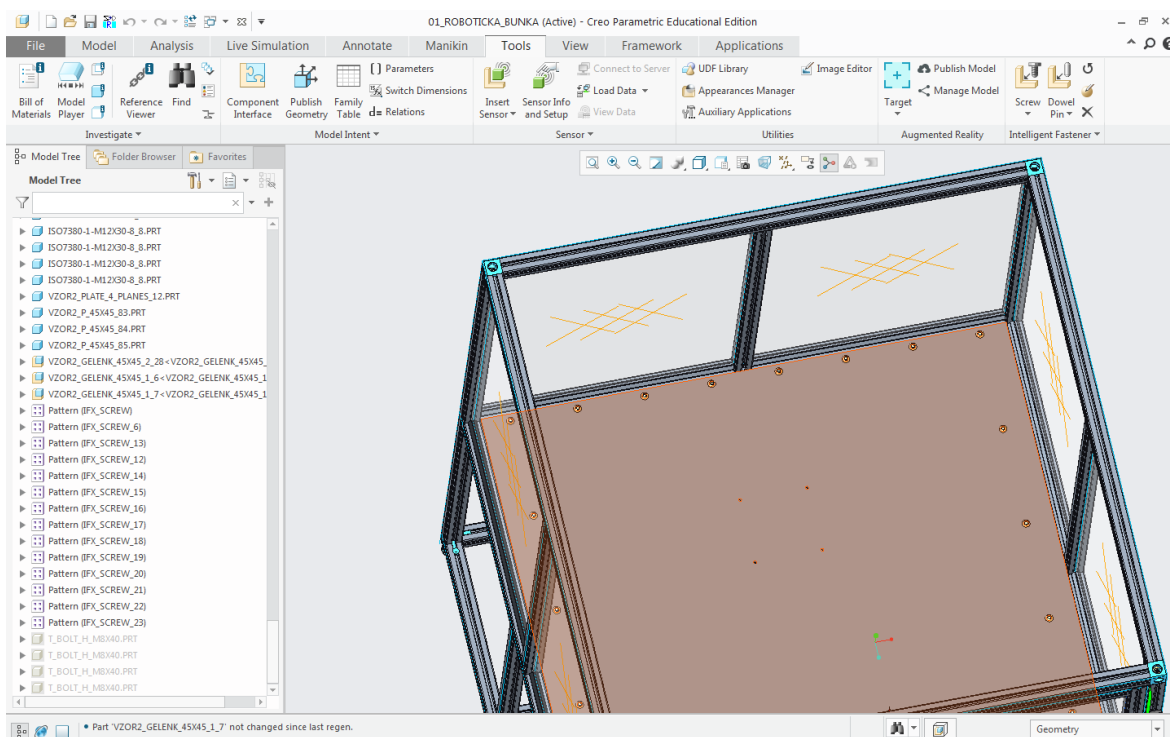
Obr. 114 – Vytvoření děr pro uchycení plechu

Do ostatních profilů vytvoříme jen na krajích díry.



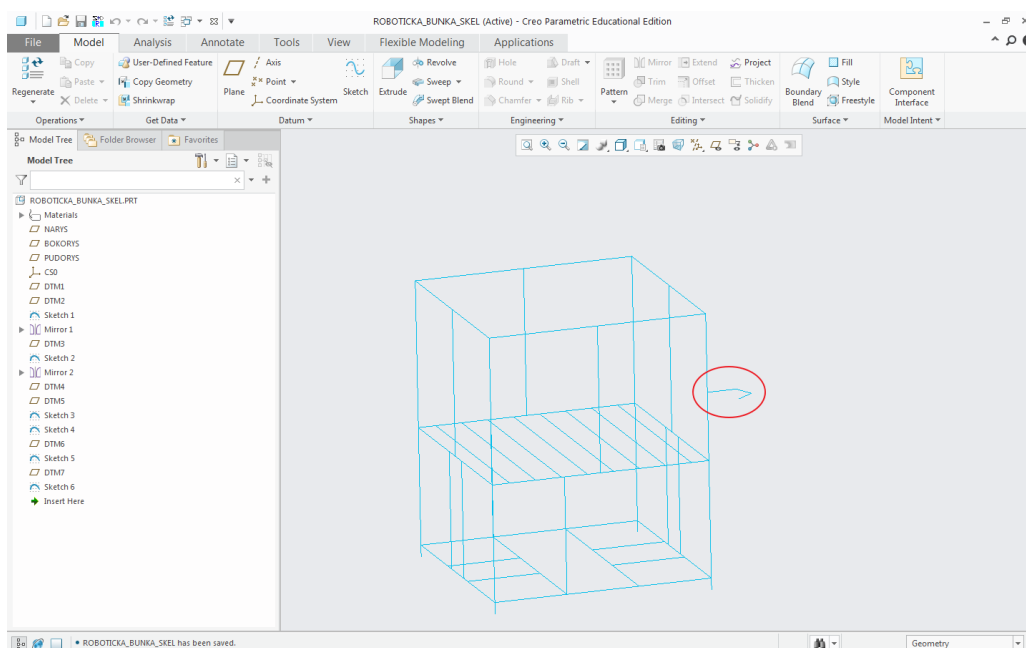
Obr. 115 – Vytvoření ostatních děr

Do dř přes záložku **Tools** vložíme šrouby s maticemi. Šrouby automaticky vytvoří díry i do plechu.



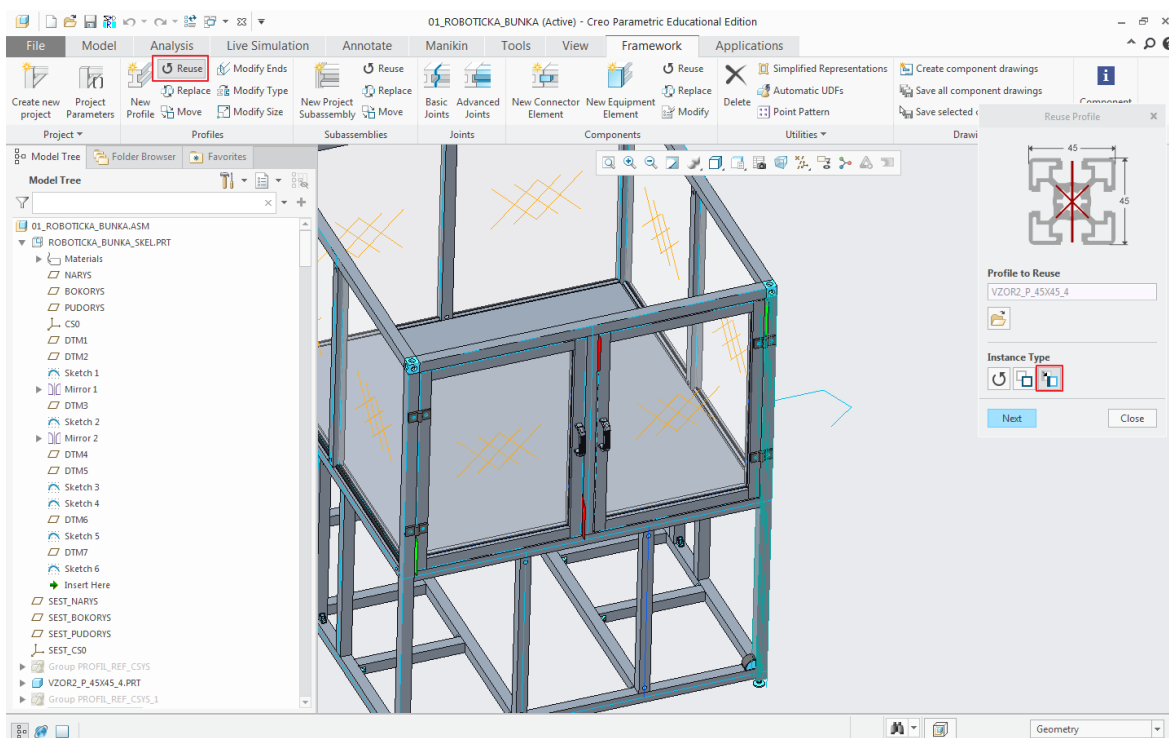
Obr. 116 – Vložení šroubů s maticemi

V případě, že se rozhodneme přidat například držák, není to žádný problém. Vejdeme do skeletu a vytvoříme další skicu.

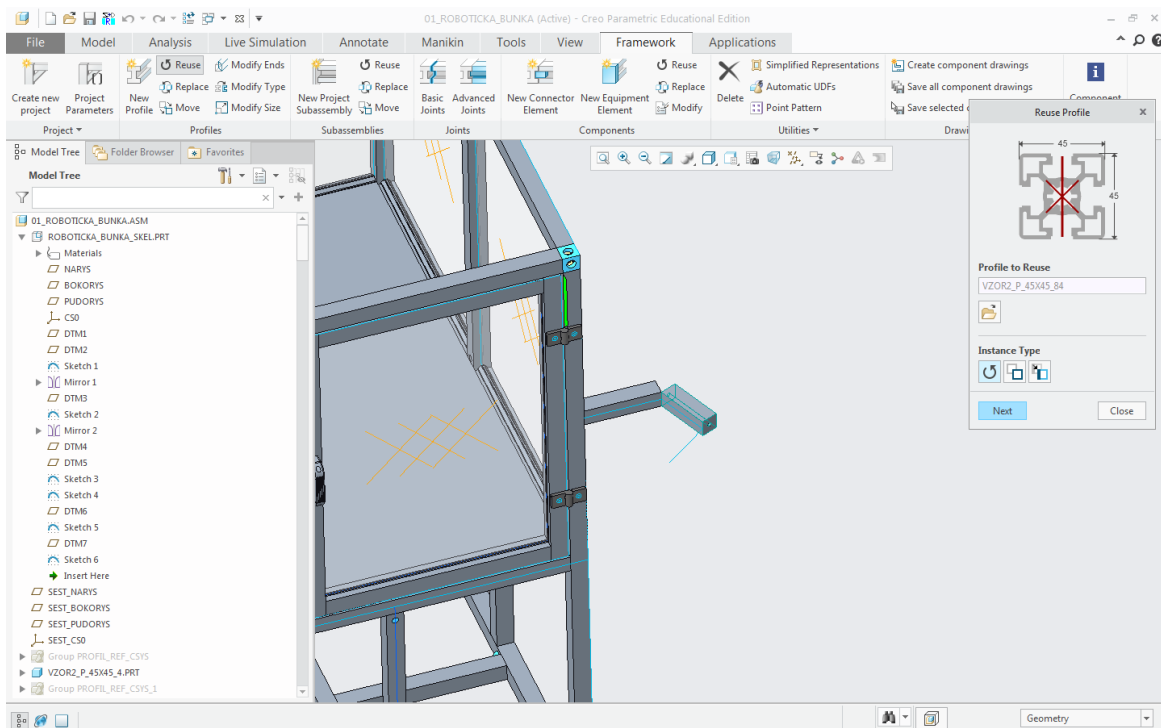


Obr. 117 – Skeleton s přidanou skicou držáku

Vrátíme se zpět do sestavy a nově vytvořený skeleton osadíme profily používané u naší buňky.

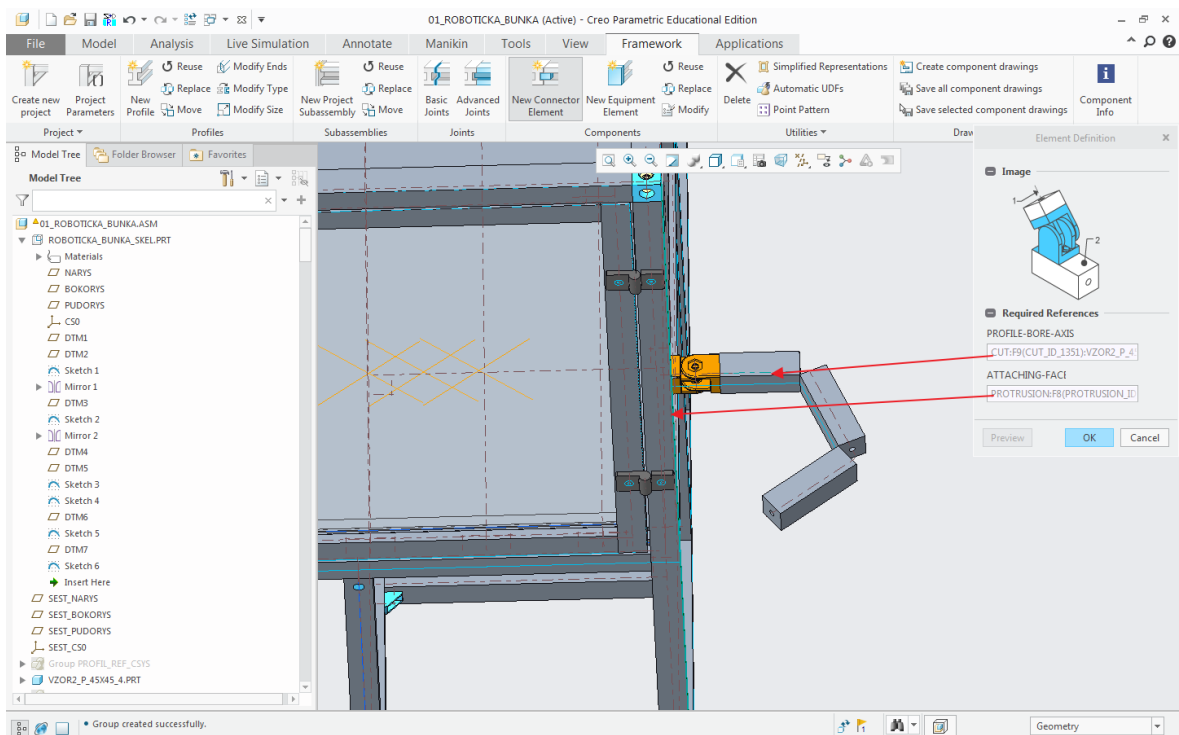


Obr. 118 – Použití existujících profilů pro nový skeleton

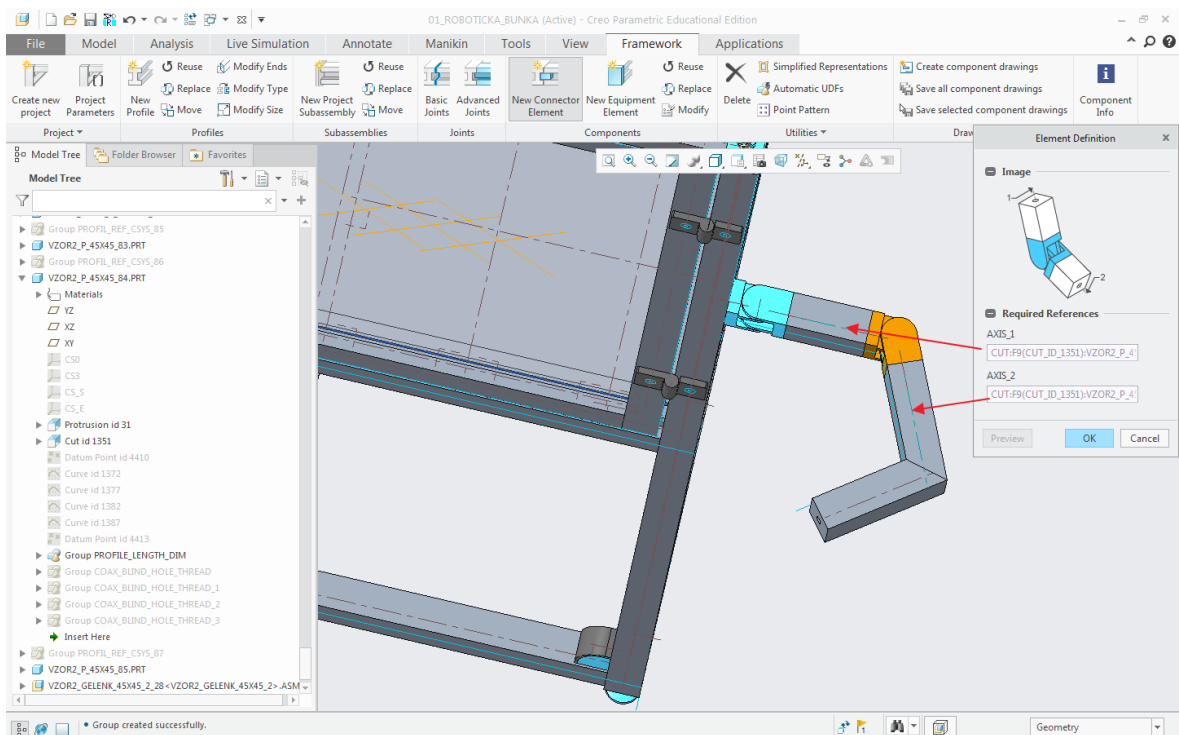


Obr. 119 – Osazení nového skeletonu profily

Pro spojení použijeme klouby pro profil 45x45 od firmy Bosh, které nalezneme vyvoláním funkce **New Connector Element**.



Obr. 120 – Spojení pomocí kloubů – typ 2

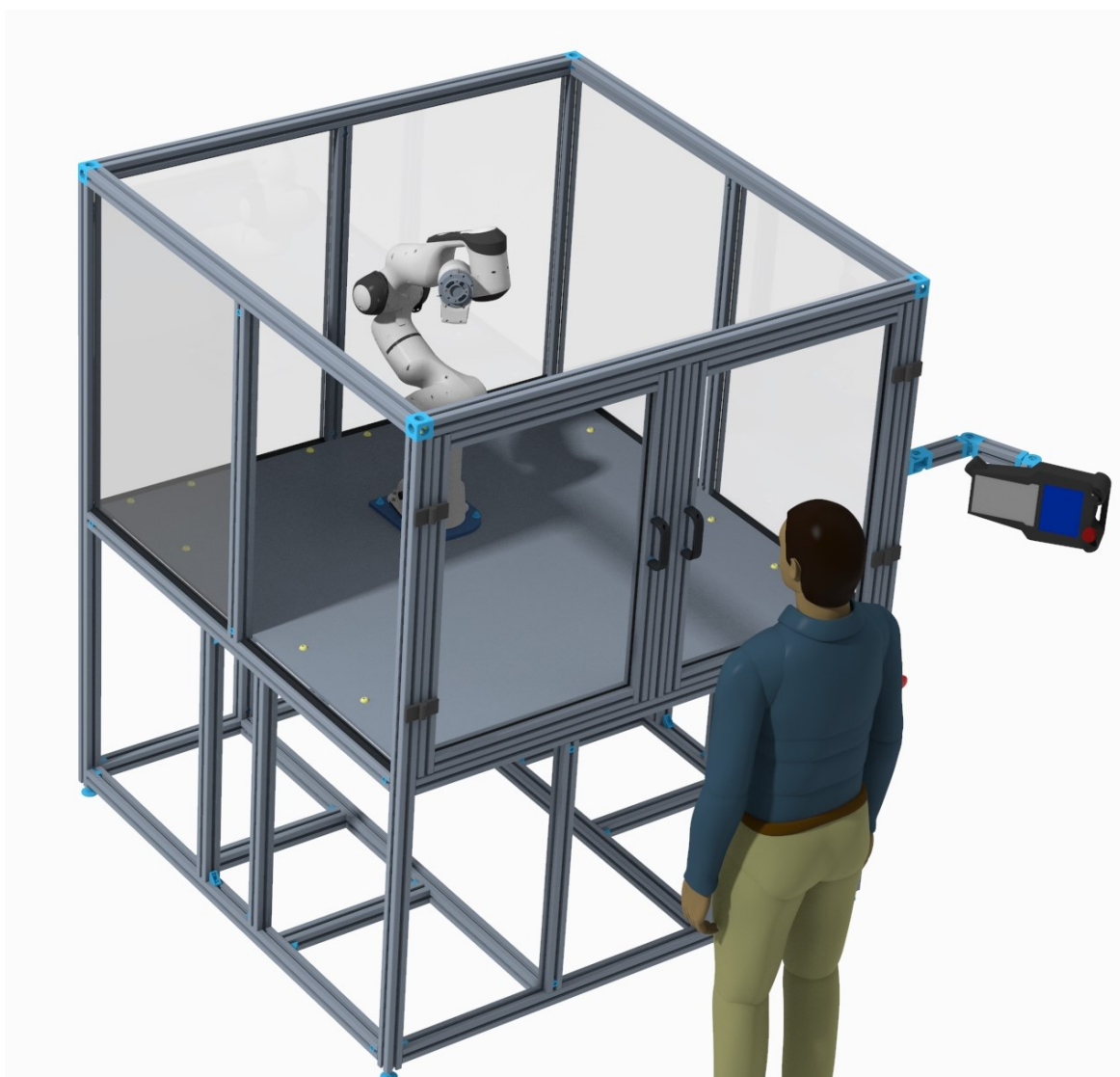


Obr. 121 - Spojení pomocí kloubů – typ 1

Robotickou buňku máme vytvořenou, teď už ji stačí osadit jen potřebným robotem a dalším příslušenstvím.



Obr. 122 – Vytvořená robotická buňka




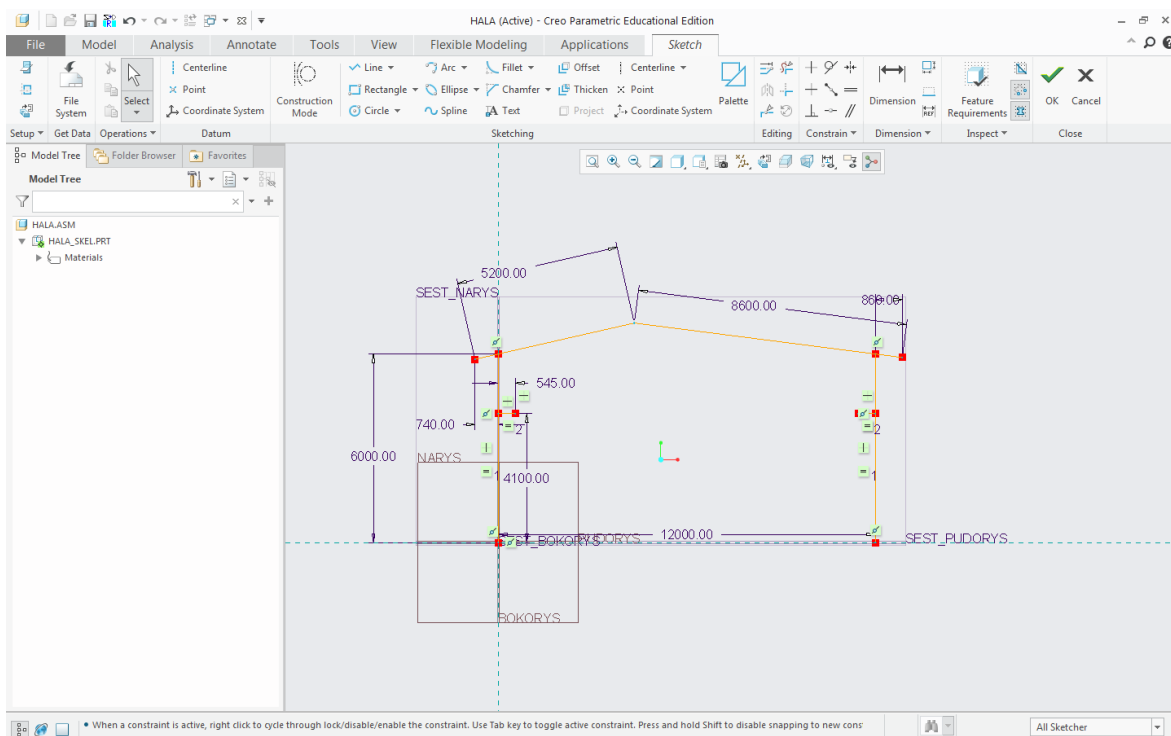
Obr. 123 – Robotická buňka s robotem

3.3 Ocelová konstrukce haly

V třetí názorné ukázce si ukážeme, jak vytvořit ocelovou konstrukci haly. Zde uvidíme, že stačí vytvořit hlavní část haly, kterou následně jen přes pole znásobíme. V poslední části jednoduše, díky knihoven PTC Creo Parametric, vytvoříme schody a zábradlí.

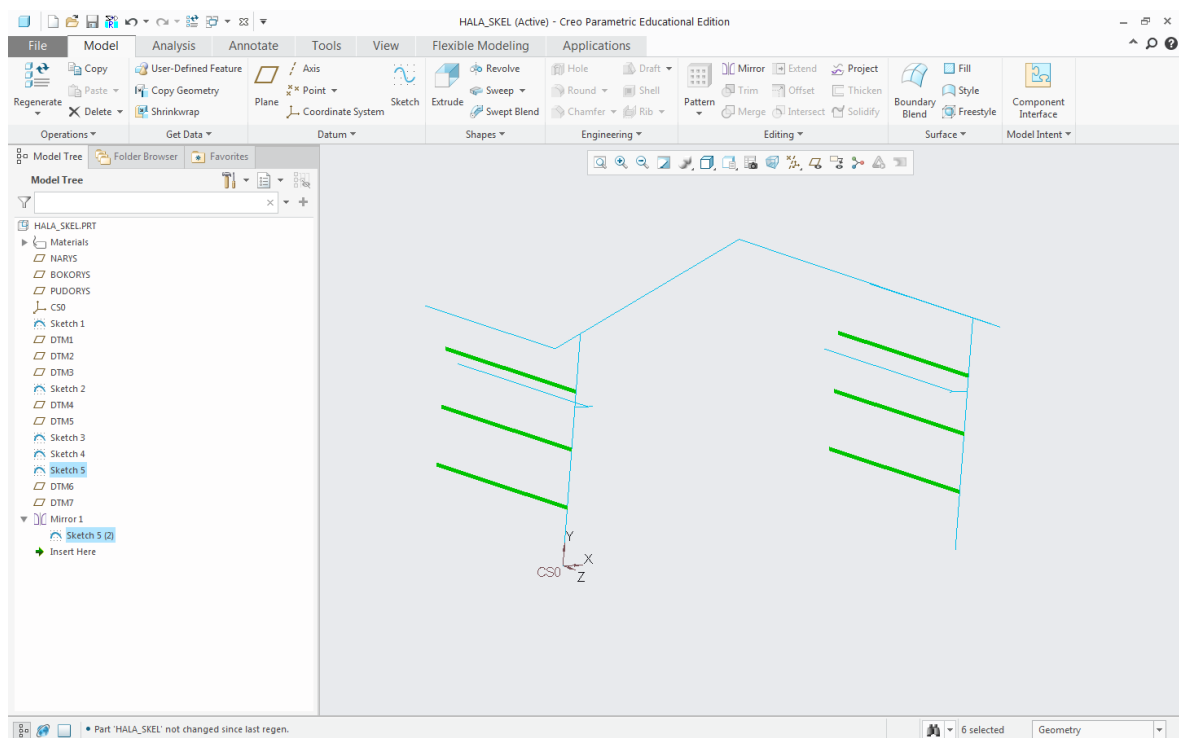
3.3.1 Tvorba skeletonu hlavní konstrukce haly

Vytvoříme sestavu, kterou si pojmenujeme dle potřeby (v našem případě HALA). V sestavě vytvoříme přes **Model** ->  **Create** nový skeleton (HALA_SKEL). Aktivujeme si skeleton a vytvoříme skici hlavní části konstrukce haly.

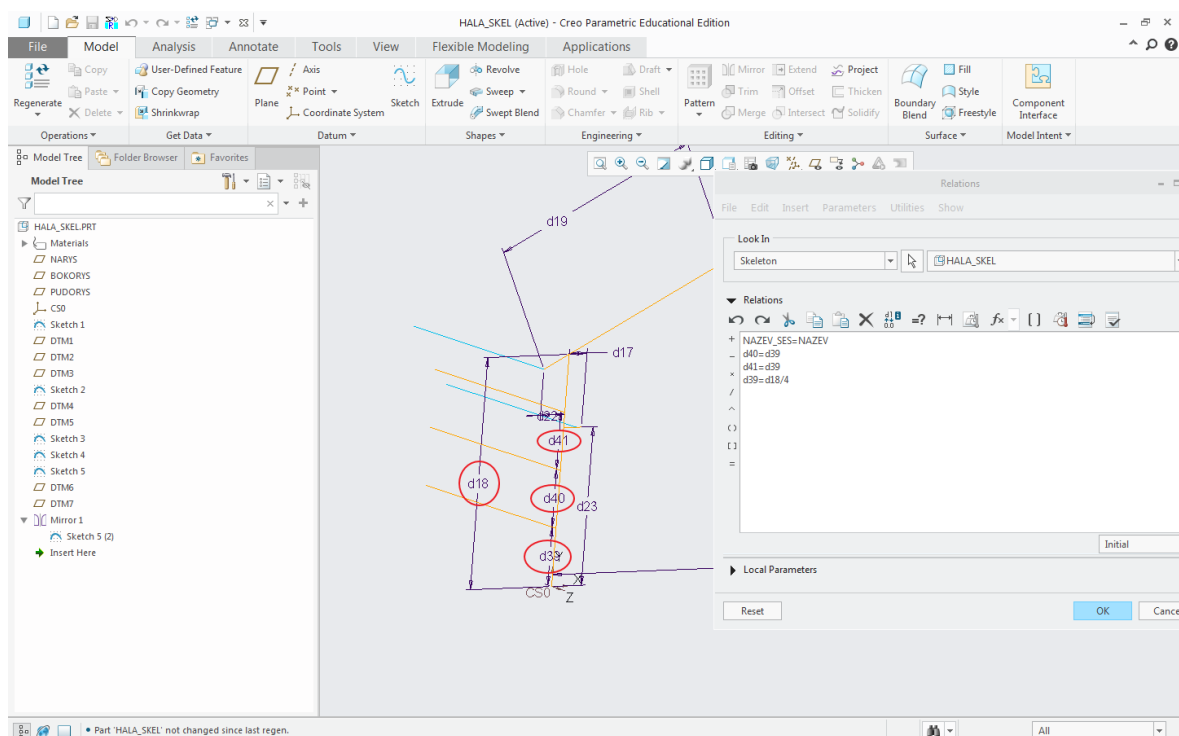


Obr. 124 – Vytvoření skici hlavní konstrukce haly

U bočních příček, na Obr. 125 označeny zeleně, si vytvoříme **Relations**, aby při změně prvního sketche se automaticky změnily rozměry a rozestupy mezi s sebou. Díky tomu zajistíme, že rozměry mezi těmito příčkami budou vždy stejné.

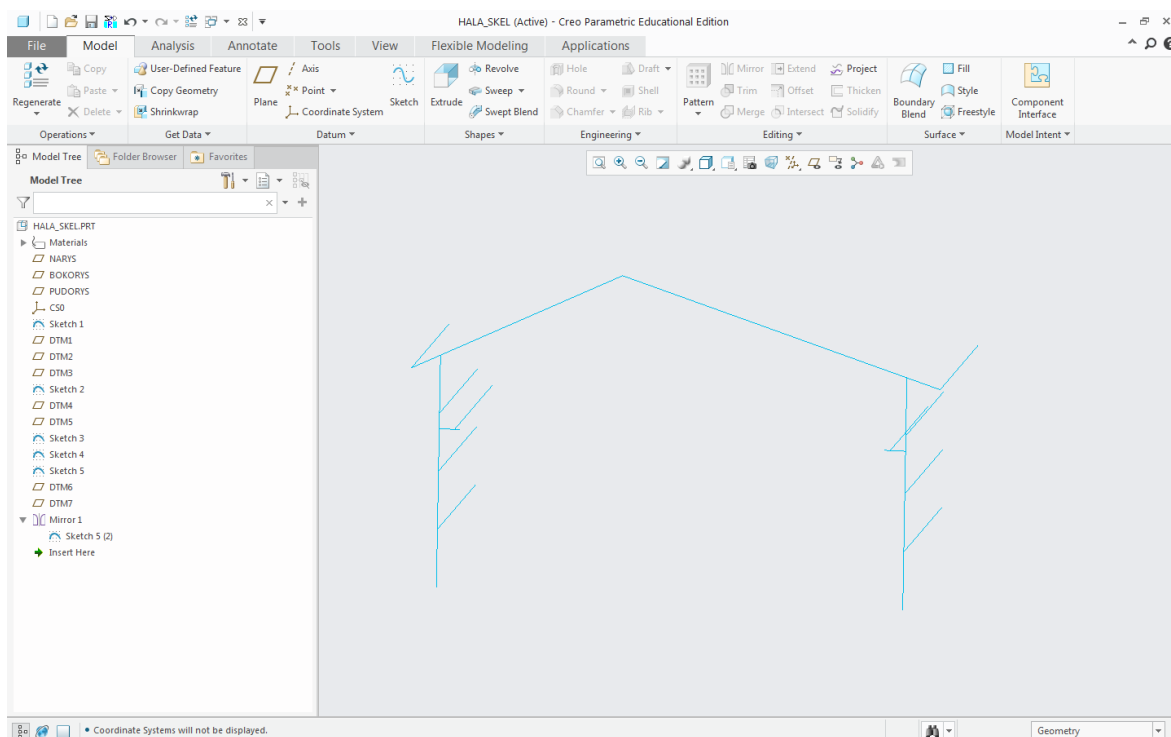


Obr. 125 – Příčky s vytvořenými relacemi



Obr. 126 - Použité relace

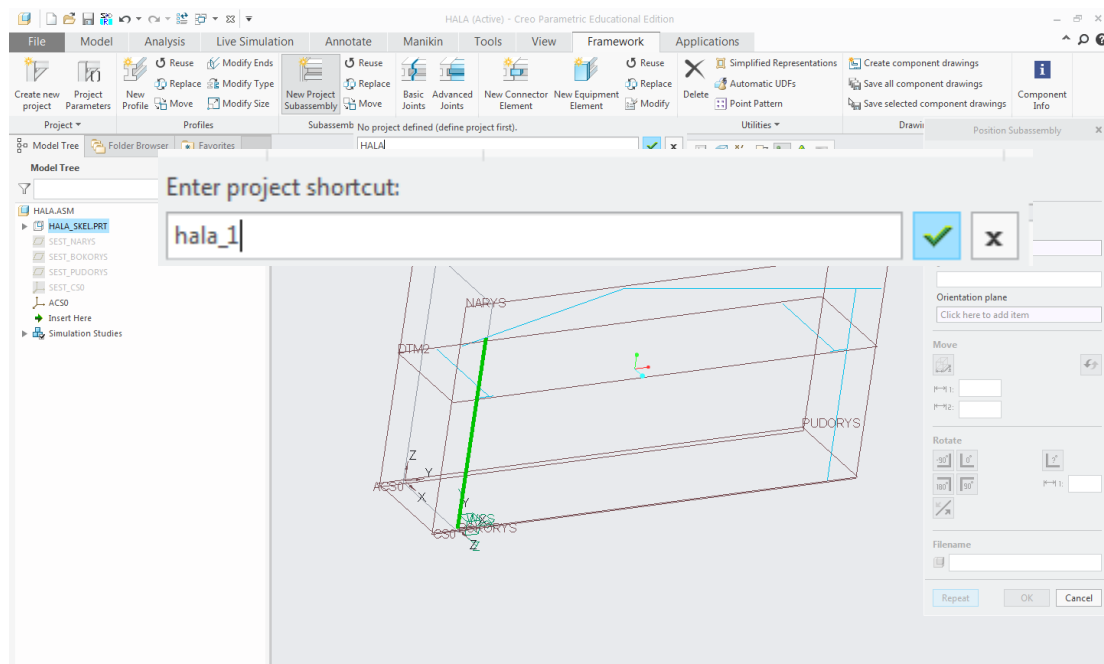
Na obrázku níže můžeme vidět náš vytvořený skeleton základní konstrukce haly, kterou následně osadíme profily.



Obr. 127 – Skeleton základní konstrukce haly

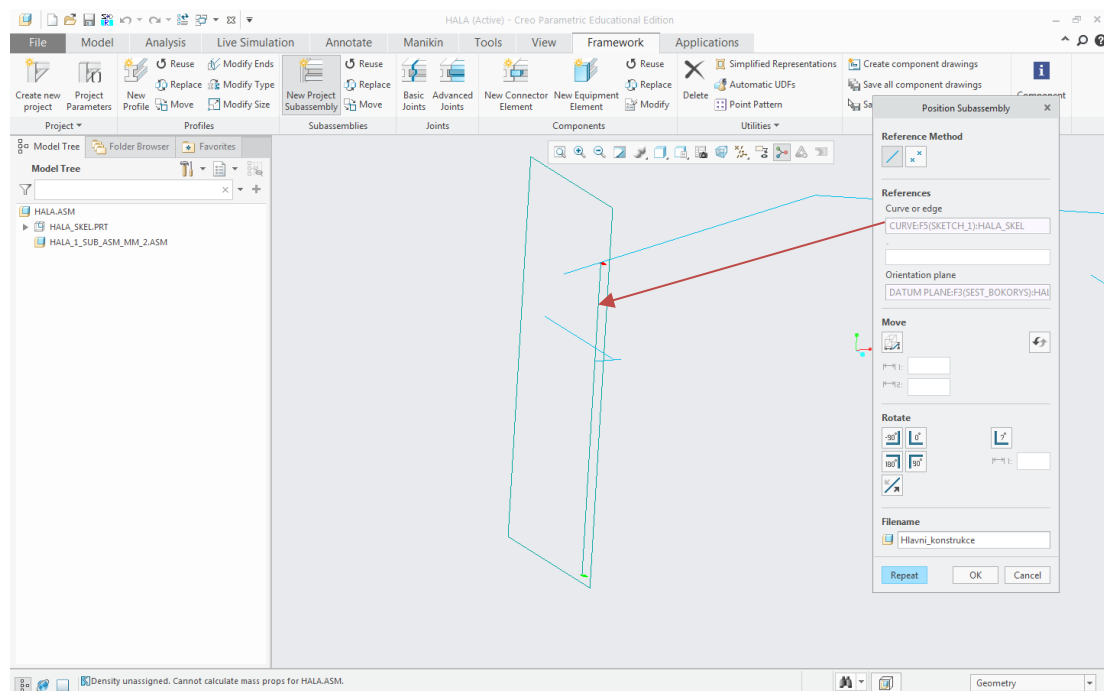
3.3.2 Vytvoření podsestav ocelové konstrukce haly a samotné haly

Vytvoříme nový projekt -> **Create new project** a pojmenujeme ho.



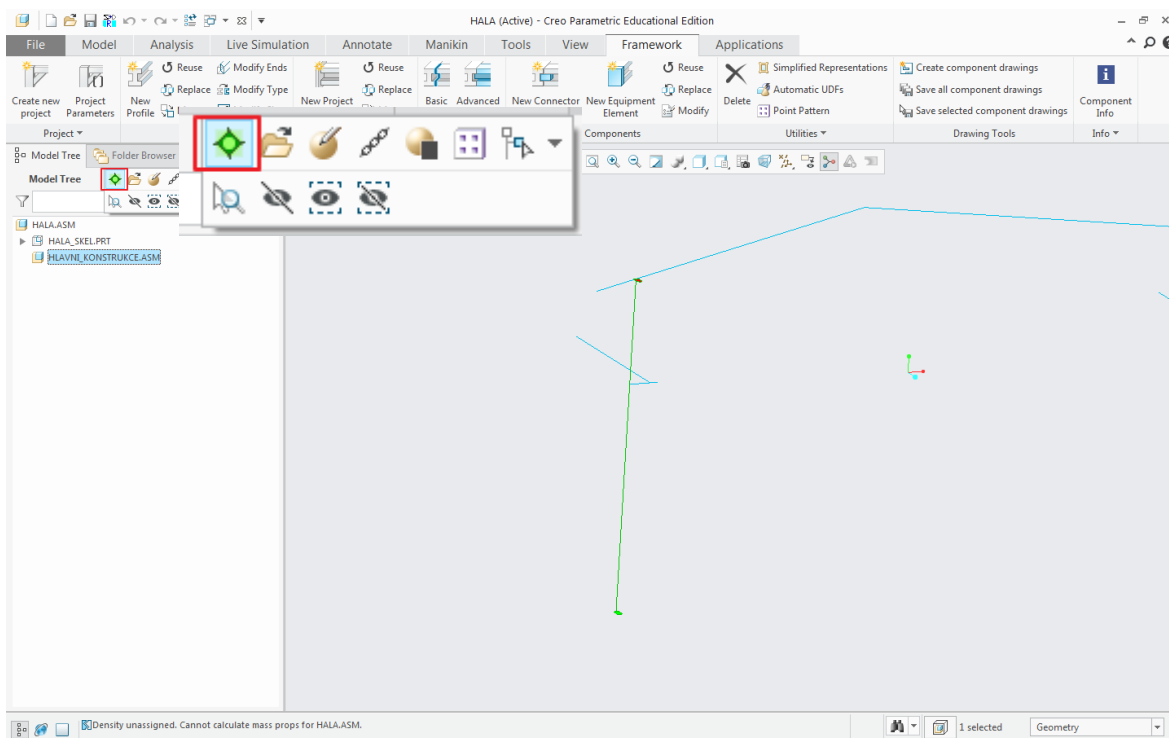
Obr. 128 – Vytvoření nového projektu

Vytvoříme novou podsestavu -> **New Project Subassembly**, označíme levou úsečku skeletonu a pojmenujeme ji **Hlavní_konstrukce**.

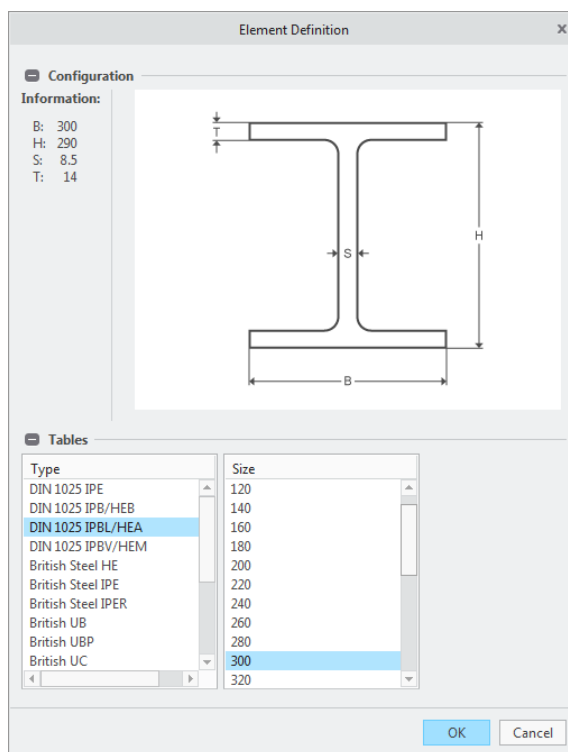


Obr. 129 – Vytvoření podsestavy Hlavní_konstrukce

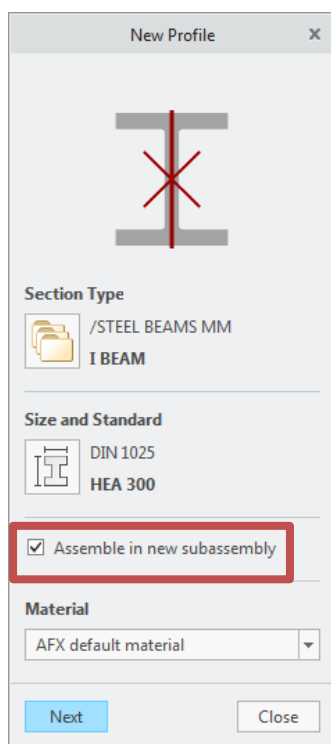
Aktivujeme HLAVNI_KONSTRUKCE a vložíme na skeleton stojky I profil. Při zvolení profilu, zaškrtneme políčko **Assembly in new subassembly**, viz Obr. 132. Tím se nám vytvoří tento profil v další podsestavě, kterou si pojmenujeme HALA_1_Leva_stojka.



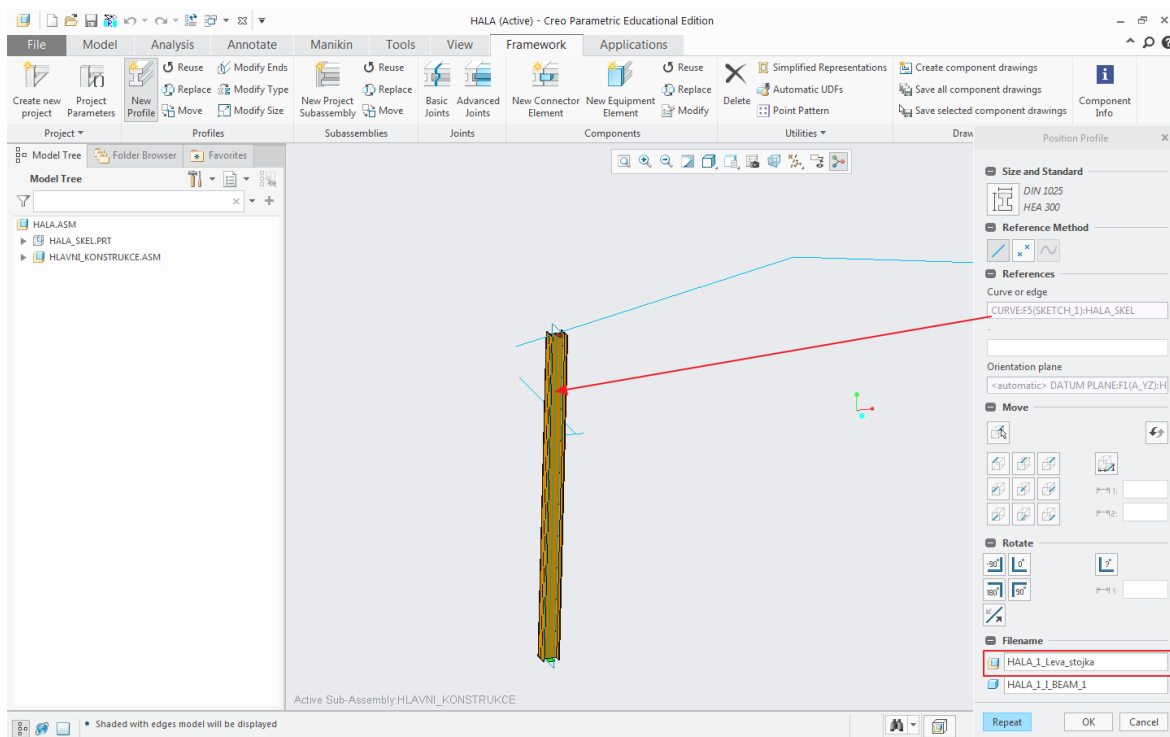
Obr. 130 – Aktivování podsestavy HLAVNI_KONSTRUKCE



Obr. 131 – Zvolení I profil

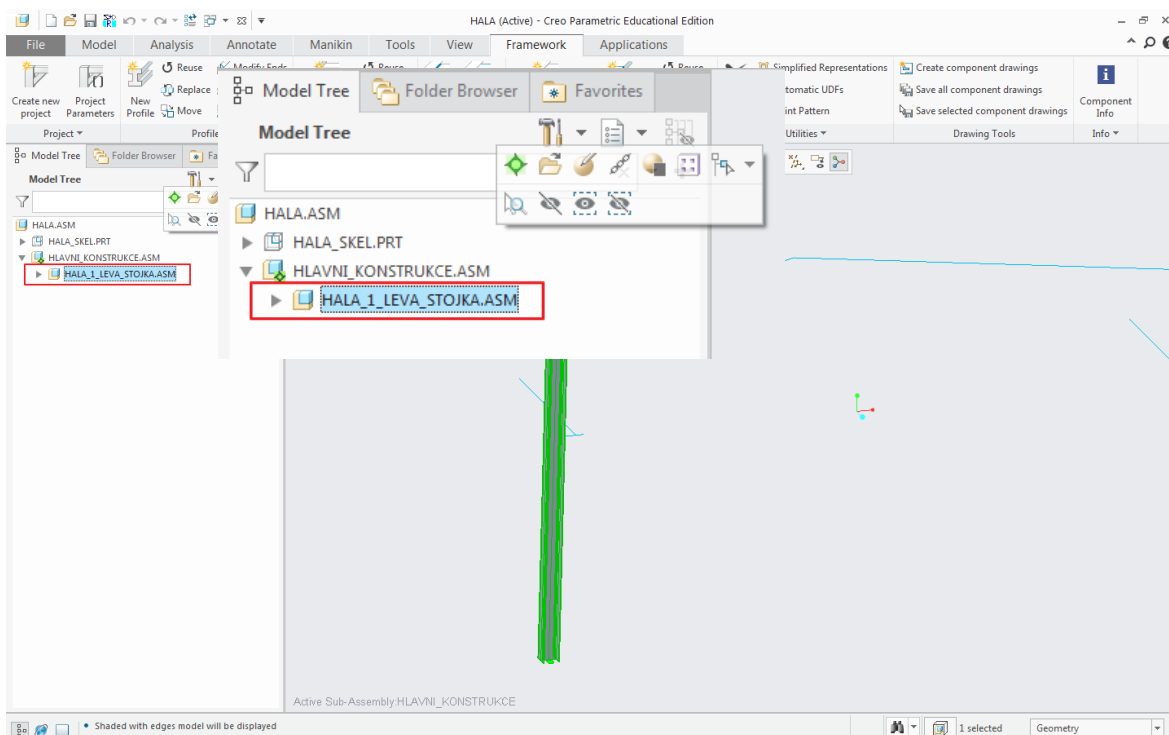


Obr. 132 –Zvolený profil a zaškrtnutí vytvoření podsestavy



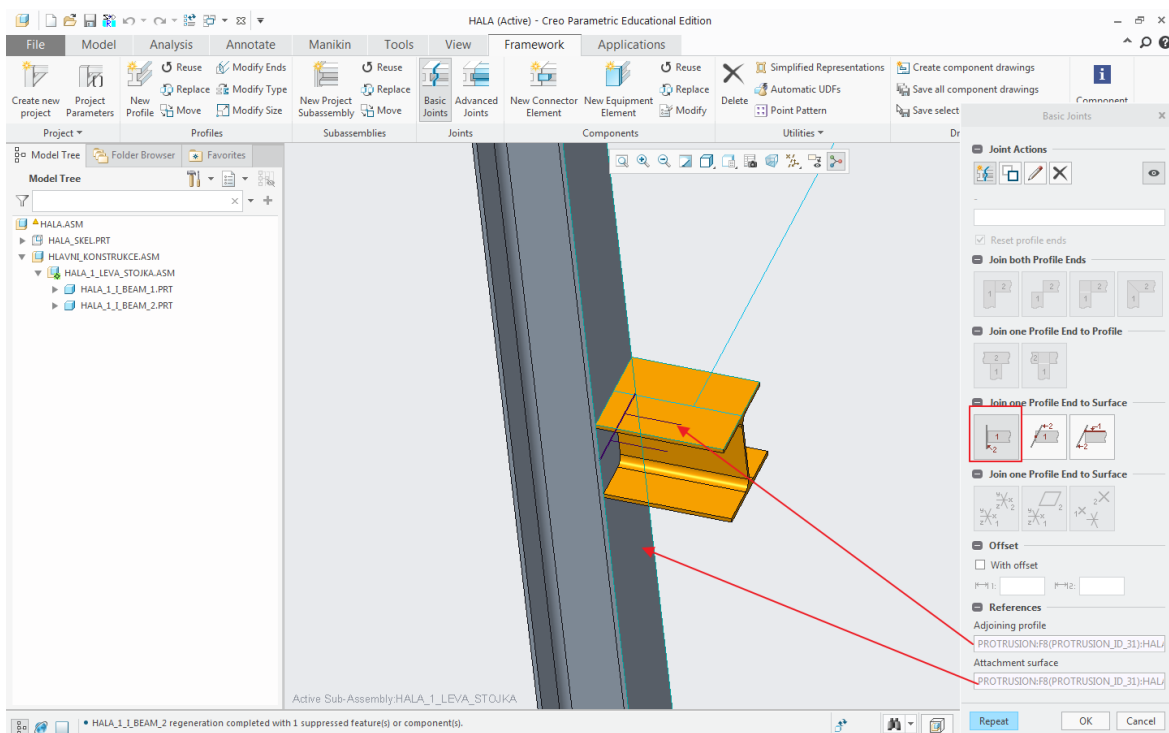
Obr. 133 – Vytvoření podsestavy levé stojky

V modelovacím stromě můžeme vidět, že tento profil se vytvořil v podsestavě.



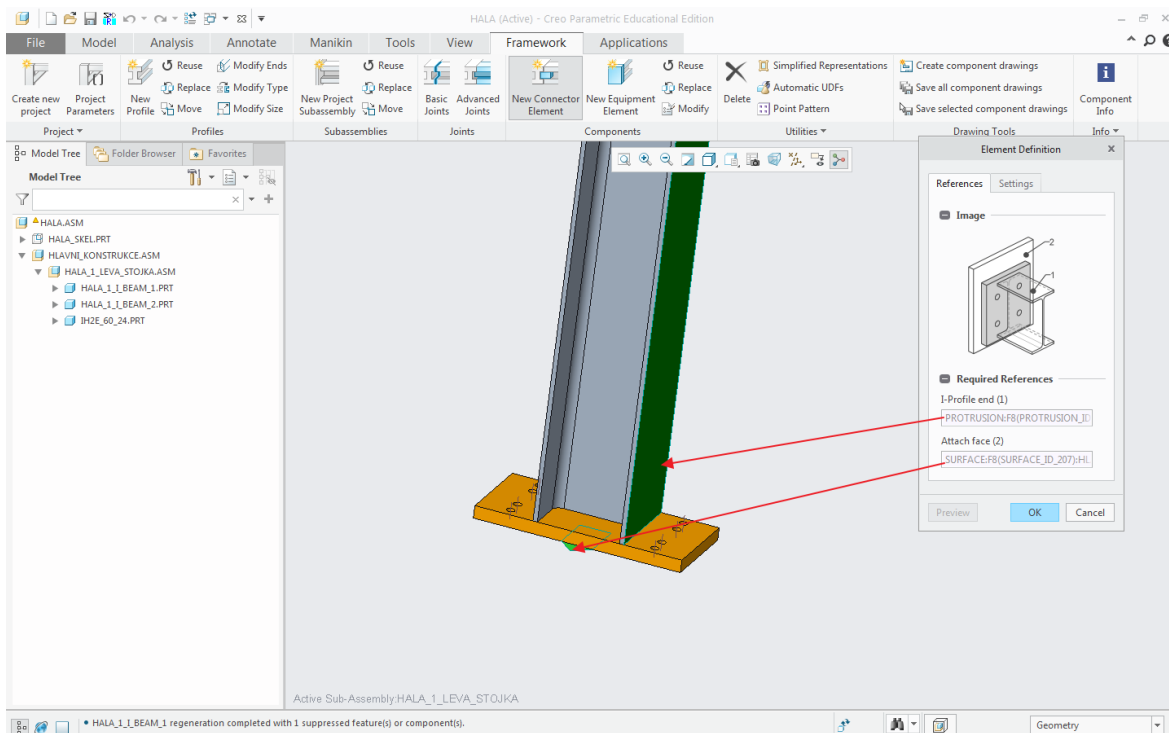
Obr. 134 – Vytvořená podsestava levé stojky

Přejdeme do podsestavy levé stojky a pokračujeme ve vkládání profilu na skelet a následně vytvoříme ořezání a připojovací rozhraní.

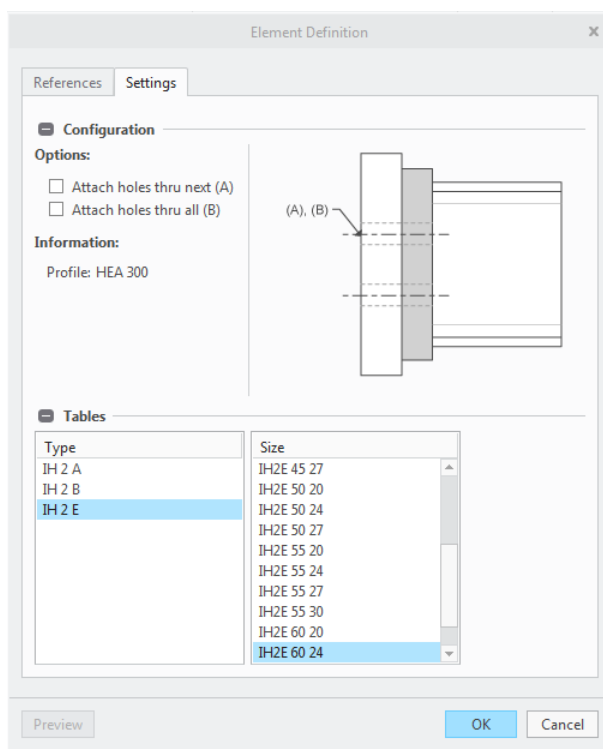


Obr. 135 – Ořezání profilu stojky

Na spodní část přidáme spojky koncový standardizovaný plech, který najdeme v knihovně New **Connector Element** -> **STEEL CONSTRUCTION MM** -> **DAST STANDARD** -> **END PLATE IH2**.

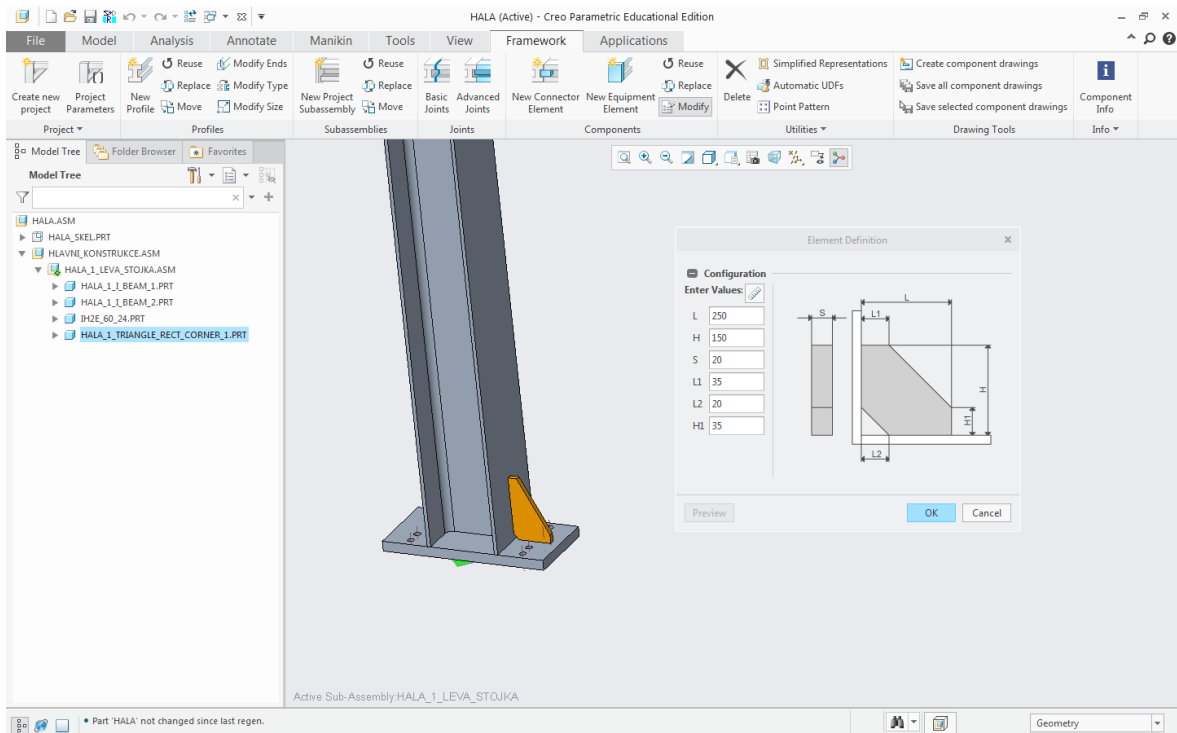


Obr. 136 – Koncový plech stojky - reference



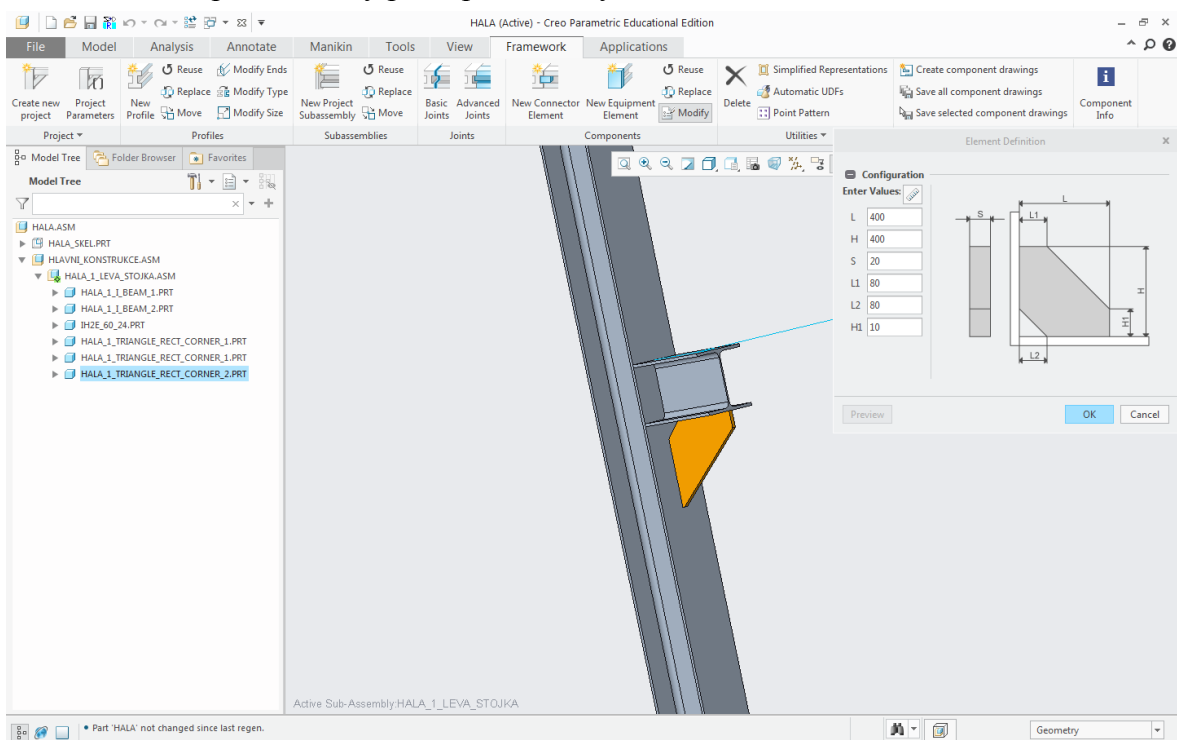
Obr. 137 – Zvolený koncový plech stojky

I profil a spodní plech stojky zesílíme pomocí trojúhelníkové plechu. Plech se nachází v **Connector Element -> STEEL CONSTRUCTION MM -> NONSTANDARD -> TRIANG CORNER PLATE**.



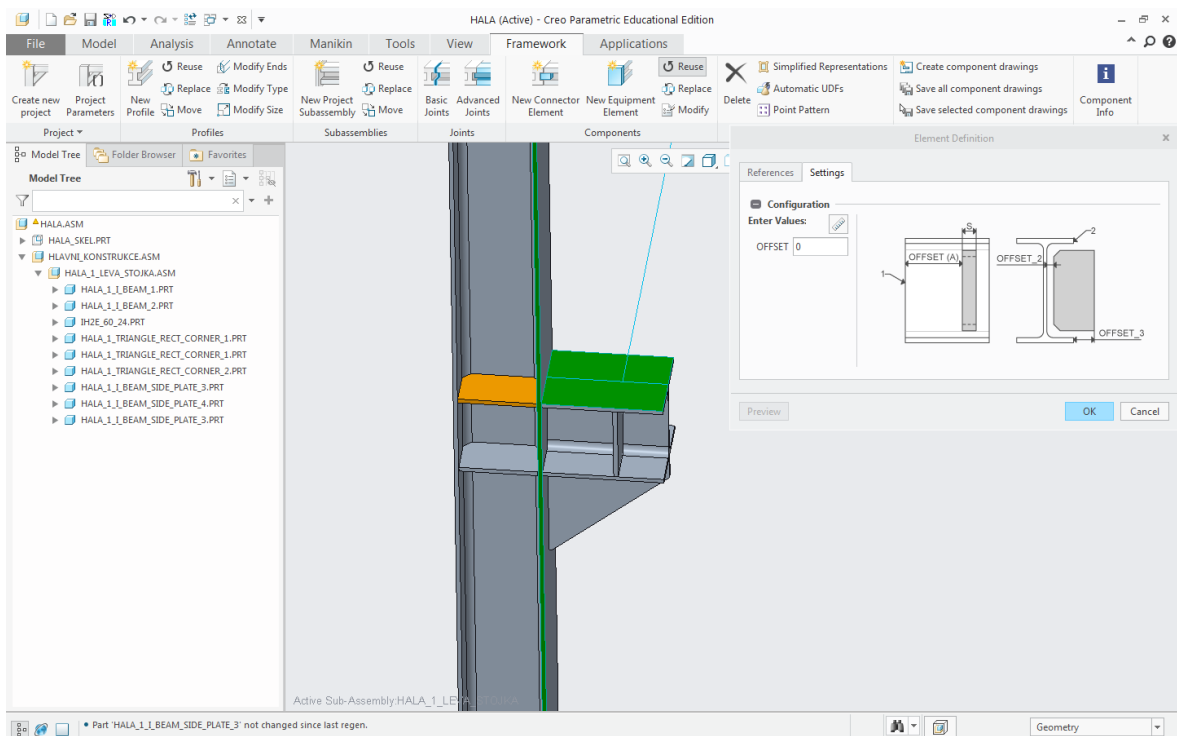
Obr. 138 – Trojúhelníkové zesílení stojky

Zesílení přidáme taky pod I profil, který se nachází ve středu.



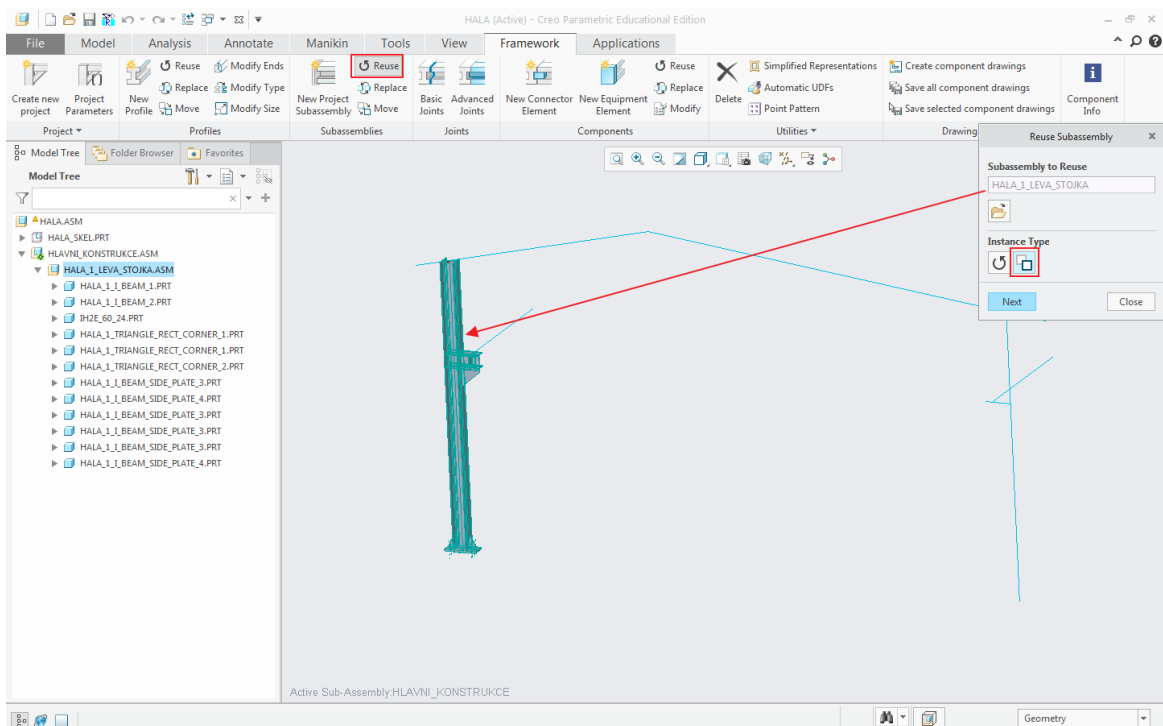
Obr. 139 – Zesílení nosného I profilu

Pro další pevnost stojky vytvoříme stranové plechy, které najdeme taktéž v knihovně **NONSTANDARD** pod názvem **I_PROFILE SIDE PLATE**.



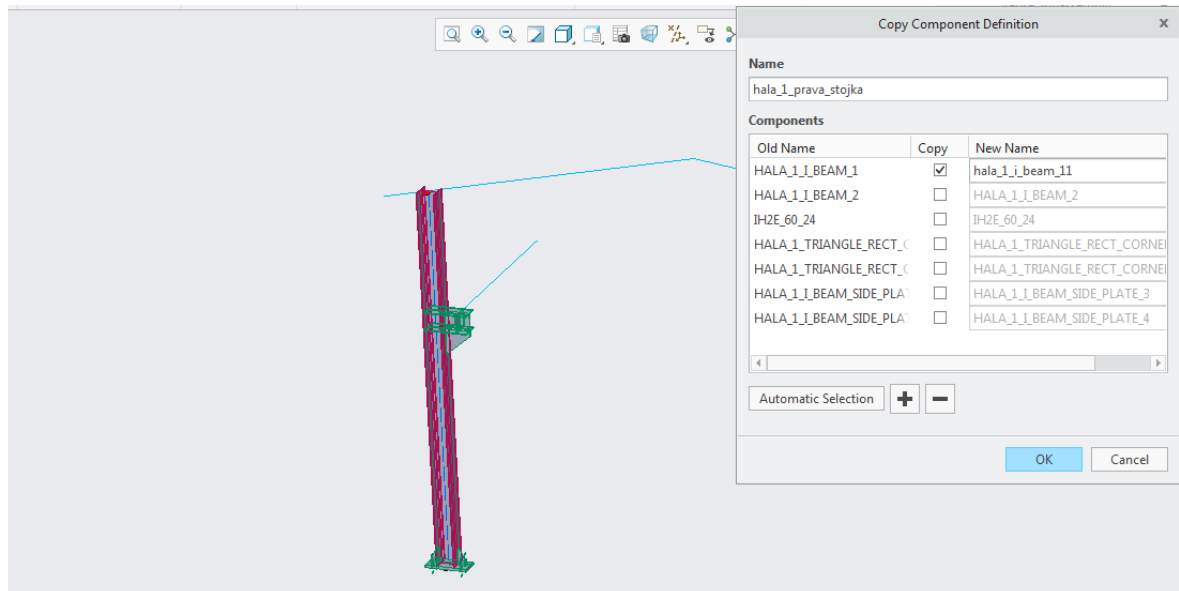
Obr. 140 – Vložení stranových plechů pro I profil

Takto vytvořenou podsestavu stojky znovu využijeme pomocí **Reuse**, kde zvolíme druhou možnost, a to kopírování podsestavu a vytvoření nové.

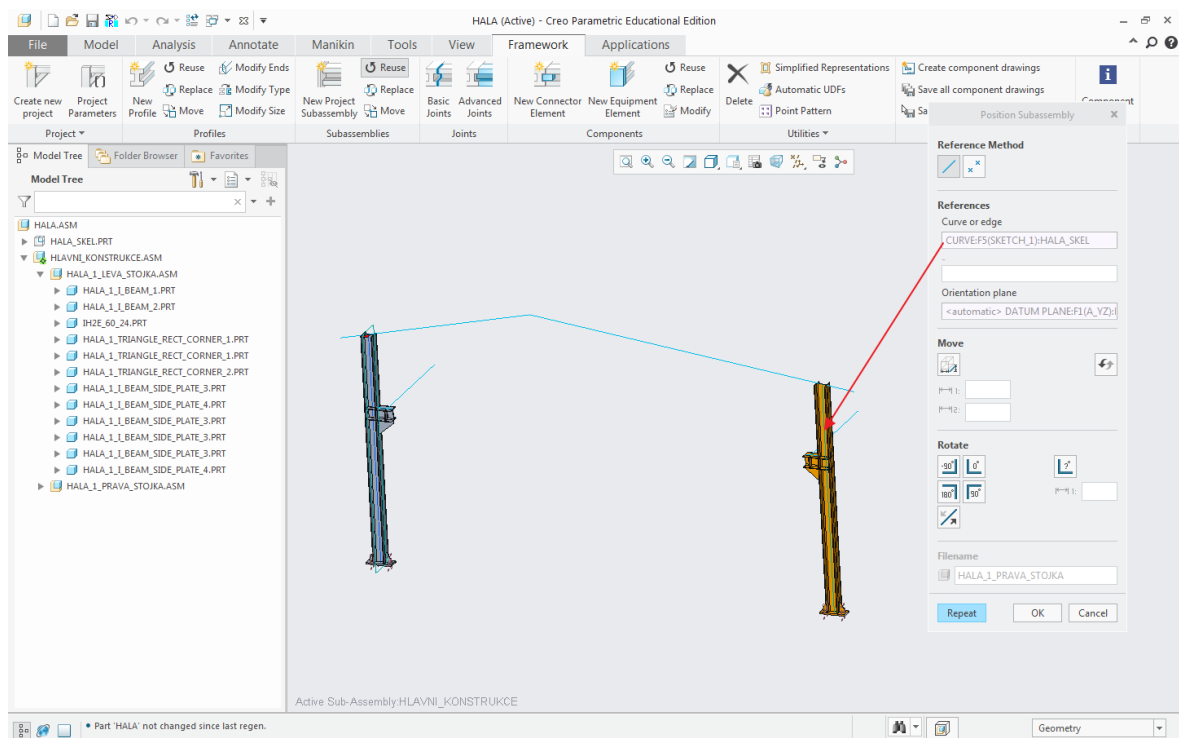


Obr. 141 – Vytvoření podsestavu pravé stojky

Při vytváření nové stojky, zvolím název **hala_1_prava_stojka** a zaškrtneme políčko **HALA_1_I_BEAM_1**, tím se nám vytvoří stejný profil, ale s vlastním názvem, tudíž nebude asociativní s referenčním.

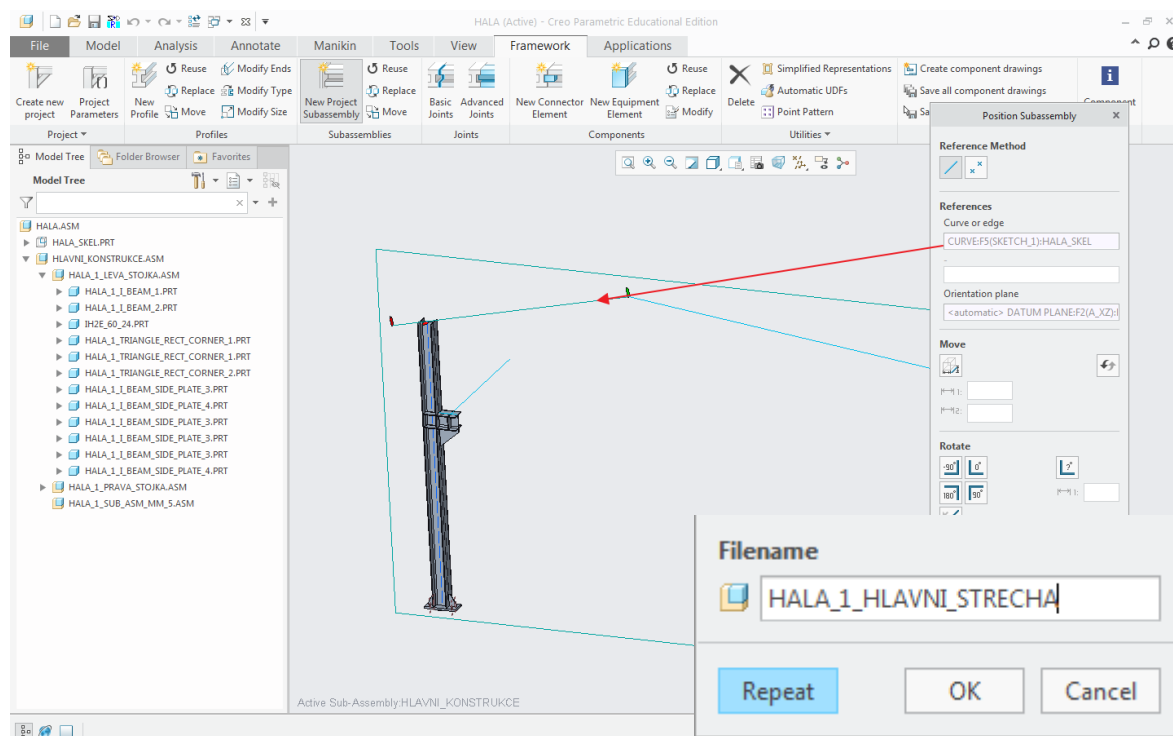


Obr. 143 – Vytvoření pravé stojky



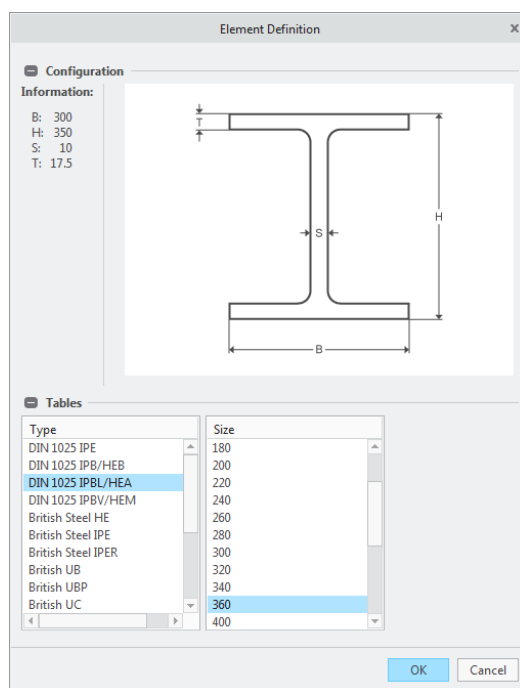
Obr. 142 – Umístění pravé stojky

V sestavě **HLAVNI_KONSTRUKCE** vytvoříme další podsestavu s názvem **HALA_1_HLAVNI_STRECHA**.

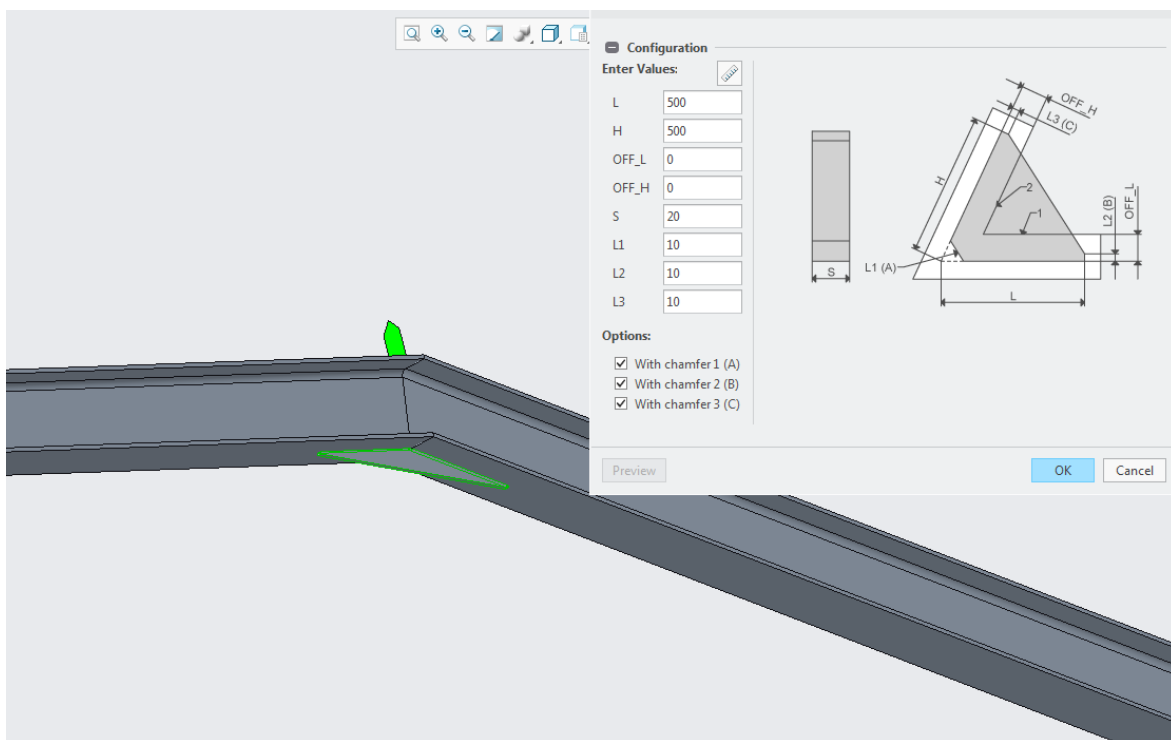


Obr. 144 – Vytvoření podsestavy střechy

Uvnitř podsestavy střechy vložíme na skeleton I Profily, ořežeme je vůči sobě a do středu dáme trojúhelníkovou výztuž.

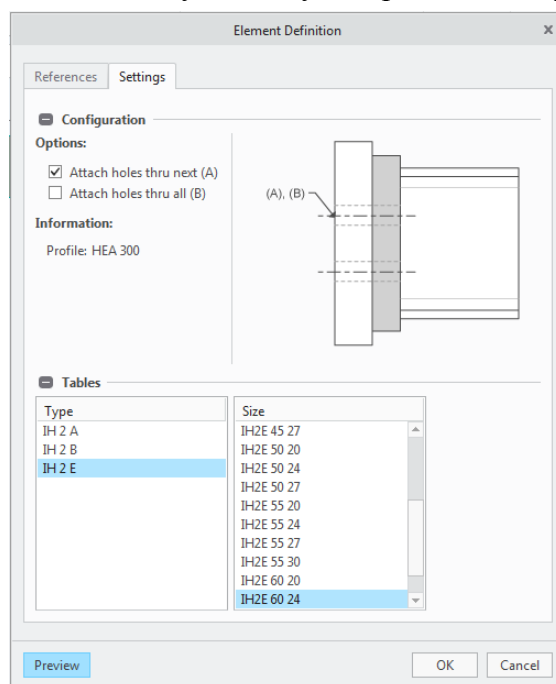


Obr. 145 – Zvolený profil pro střechu

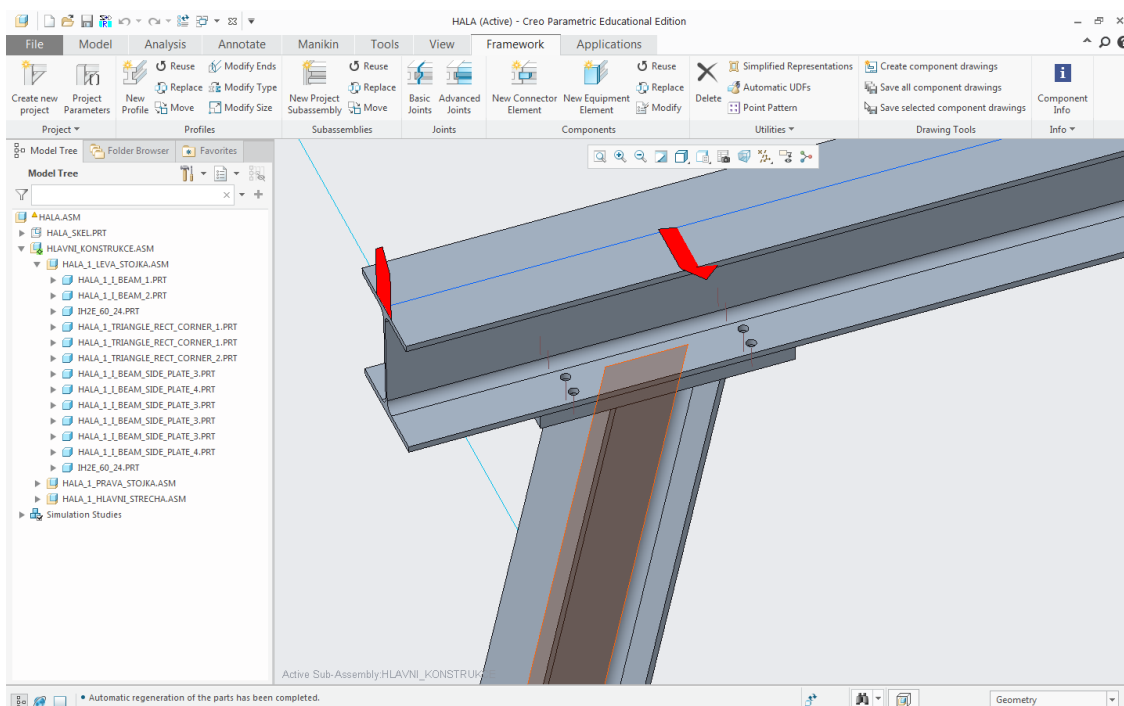


Obr. 146 – Vytvoření trojúhelníkové výztuže

Vrátíme se zpátky do podstavy stojky a vytvoříme připojovací plech ke střeše. Tento plech vytvoříme stejně jako spodní plech spojky s tím, že navíc zaškrtneme políčko **Attach holes thru next**, tím se vytvoří díry i do profilů střechy.



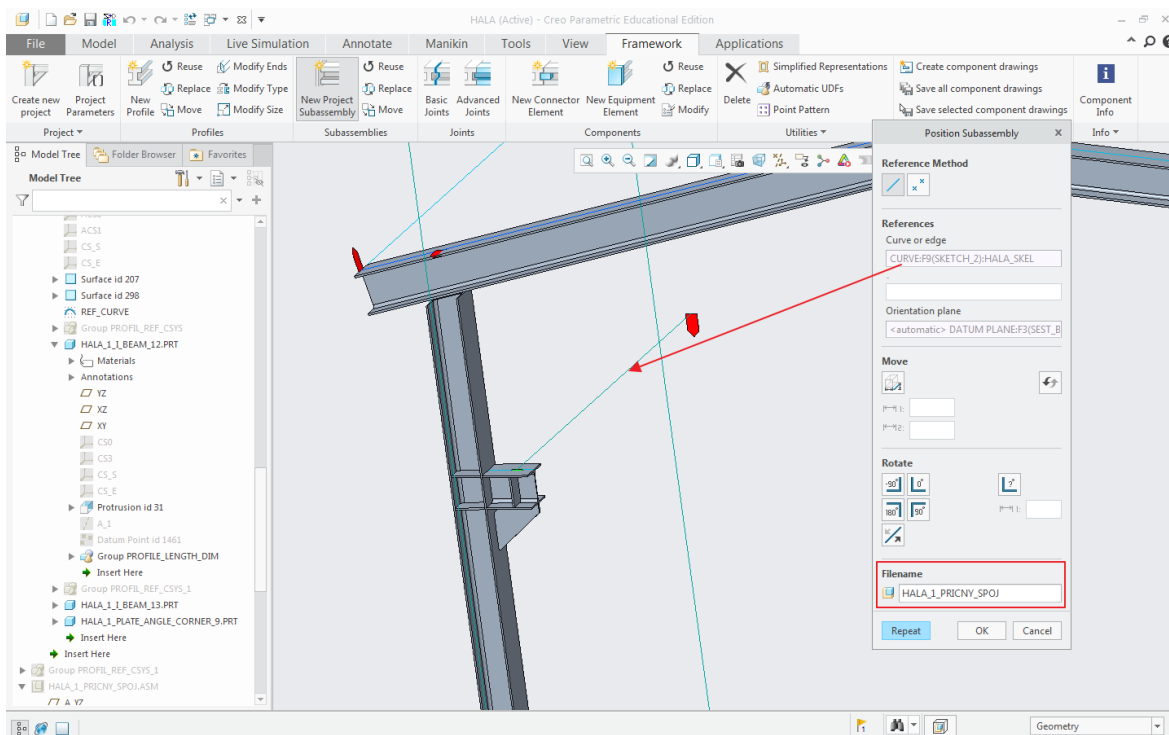
Obr. 147 – Zvolený připojovací plech



Obr. 148 – Automatické vytvoření děr ve střešním profilu

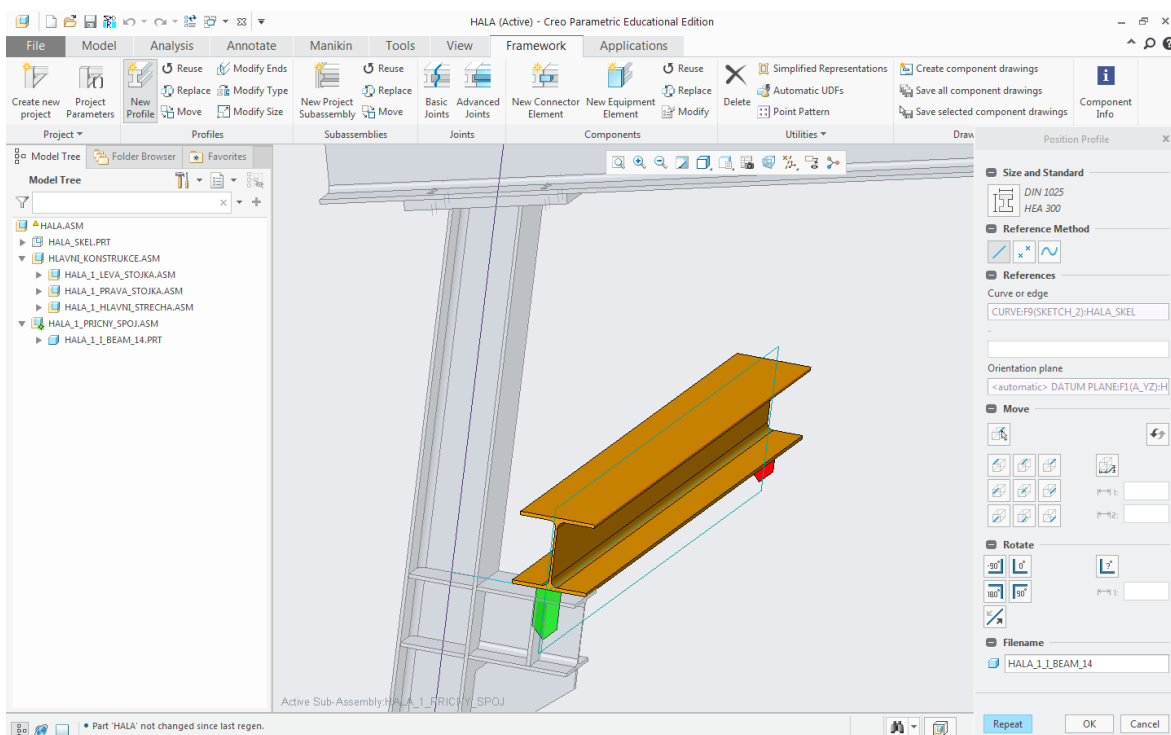
Tento plech vytvoříme i na pravé stojce úplně stejně.

Přejdeme do sestavy **HALA_ASM** a vytvoříme podsestavu **HALA_1_PRICNV_SPOJ**.

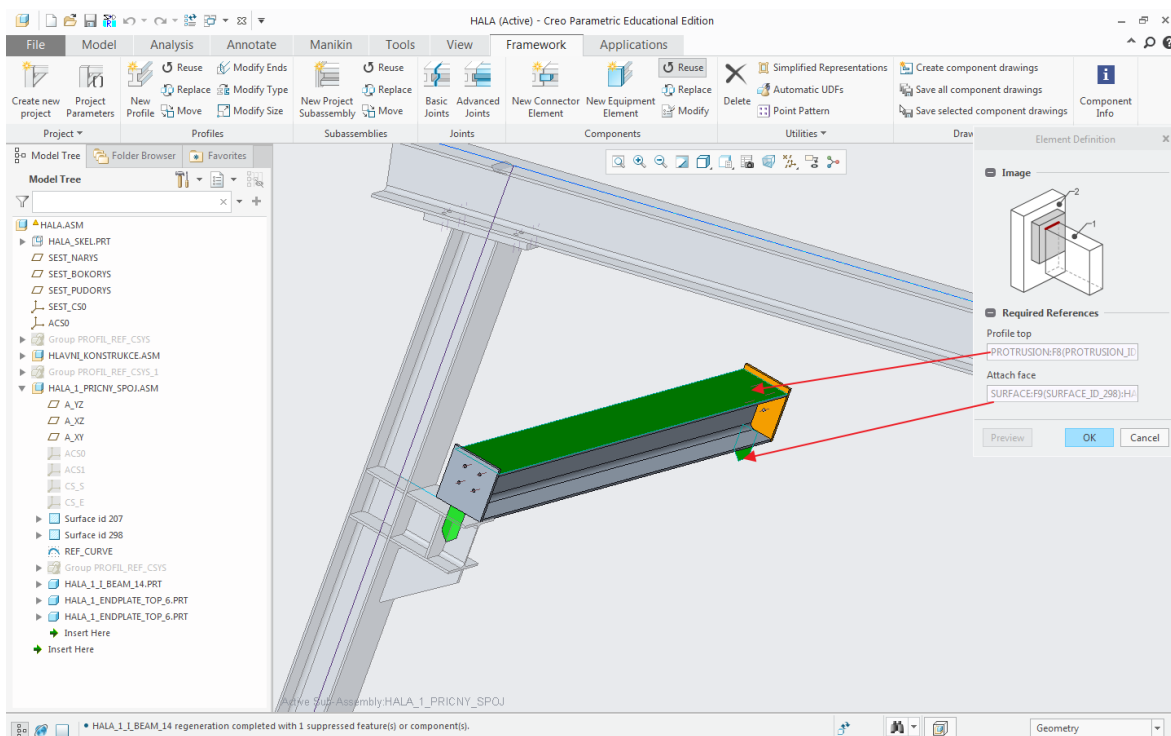


Obr. 149 – Vytvoření podsestavu spojovací příčky

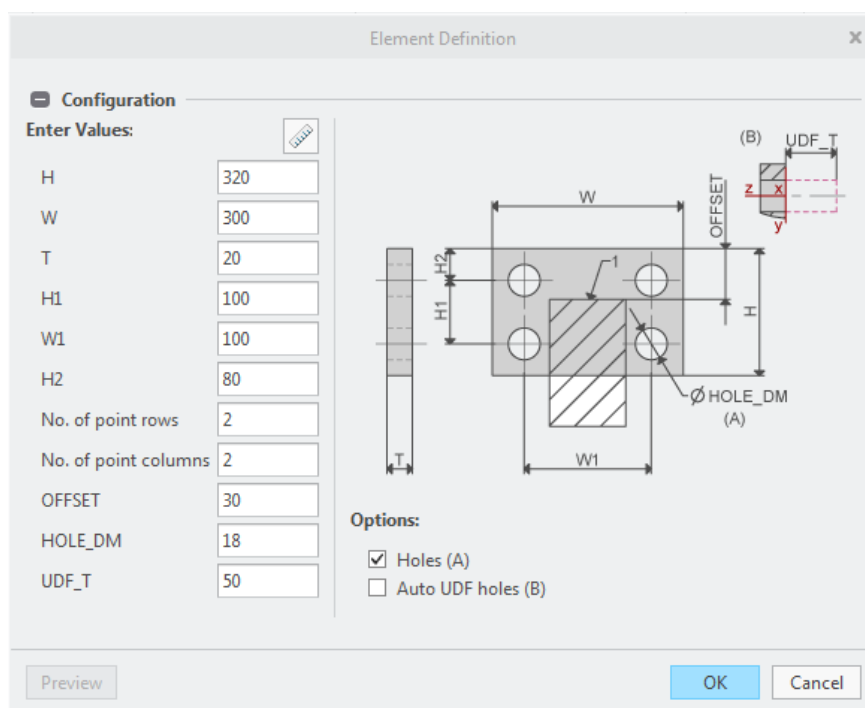
Do vytvořené podsestavy vložíme profil a na konce profilu umístíme nestandartní plech s dírami.



Obr. 150 – Vložení I profilu HEA 300 do podsestavy spojovací příčky

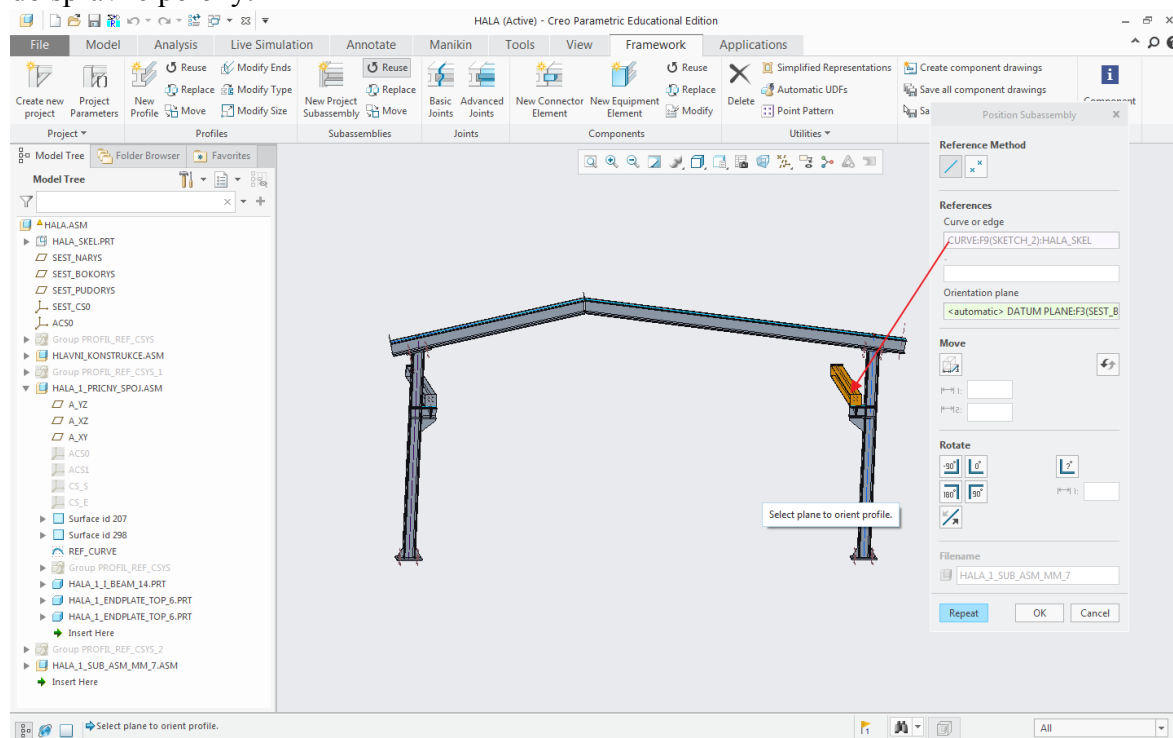


Obr. 151 – Vytvoření připojovacích plechů příčky - reference



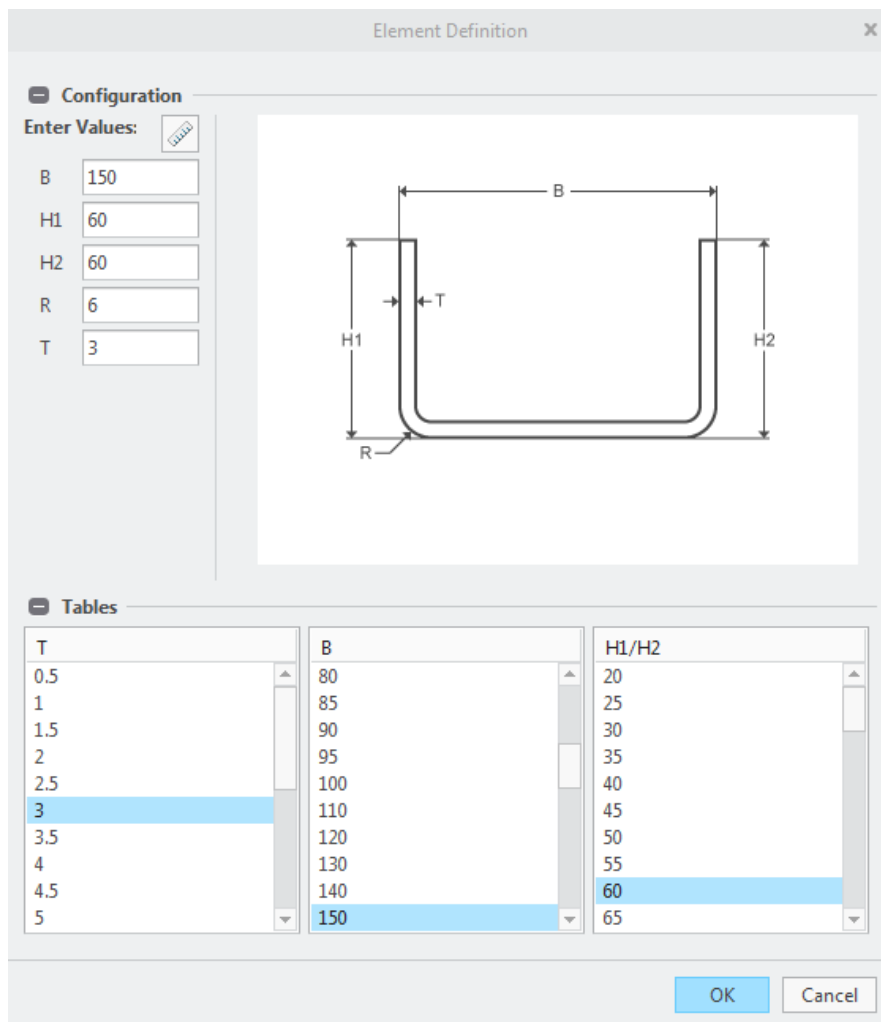
Obr. 152 - Vytvoření připojovacích plechů příčky - rozměry

Vytvořenou připojovací příčku převedeme i na pravou stranu přes **Reuse** a otočíme do správné polohy.

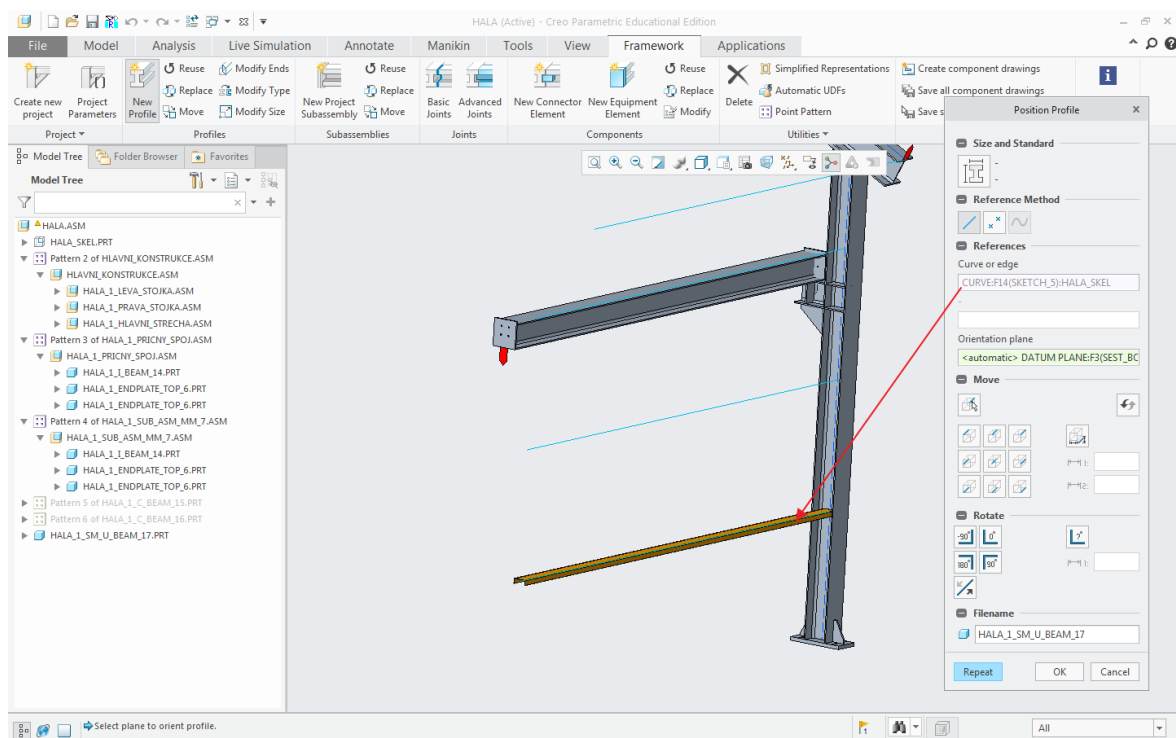


Obr. 153 – Zkopírování a vytvoření pravé spojovací příčky

Jako další v sestavě **HALA.ASM** vytvoříme na boční strany přičky pro uchycení trapézových plechů. Z knihovny zvolíme nový profil, tentokrát plechový U profil a přidáme ho na jednu úsečku skeletonu. Zbylé úsečky skeletonu osadíme profilem pomocí **Reuse**.

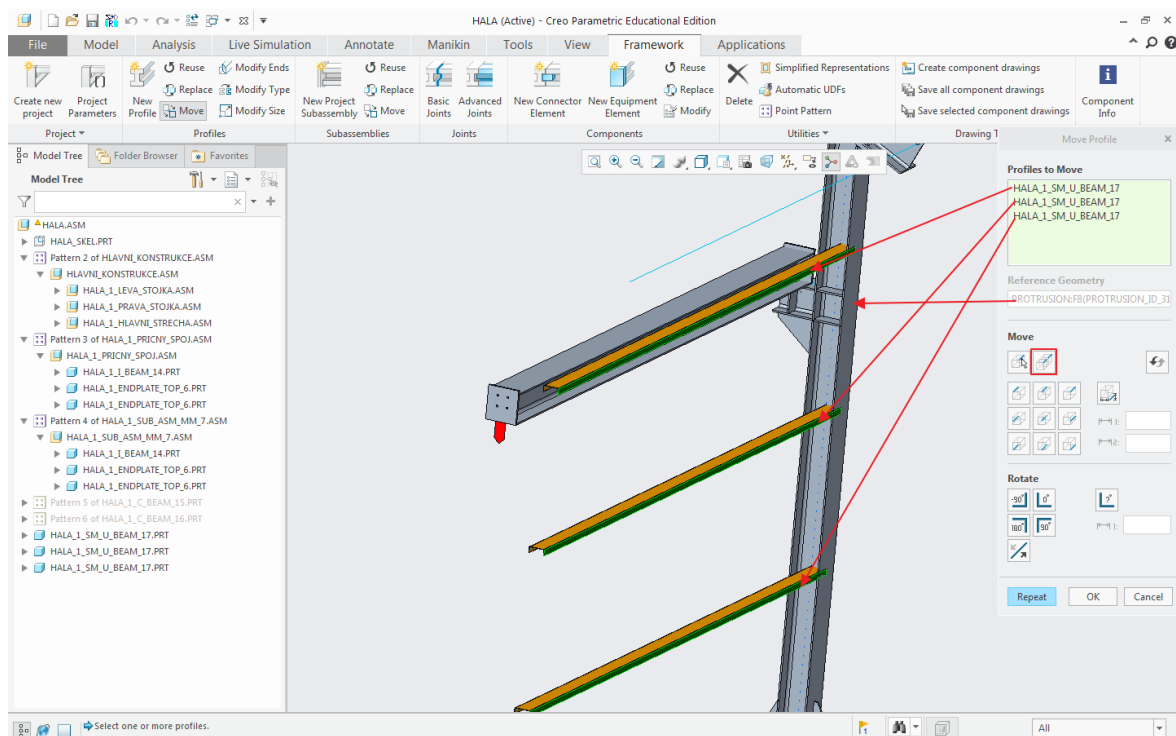


Obr. 154 – Zvolený plechový U profil



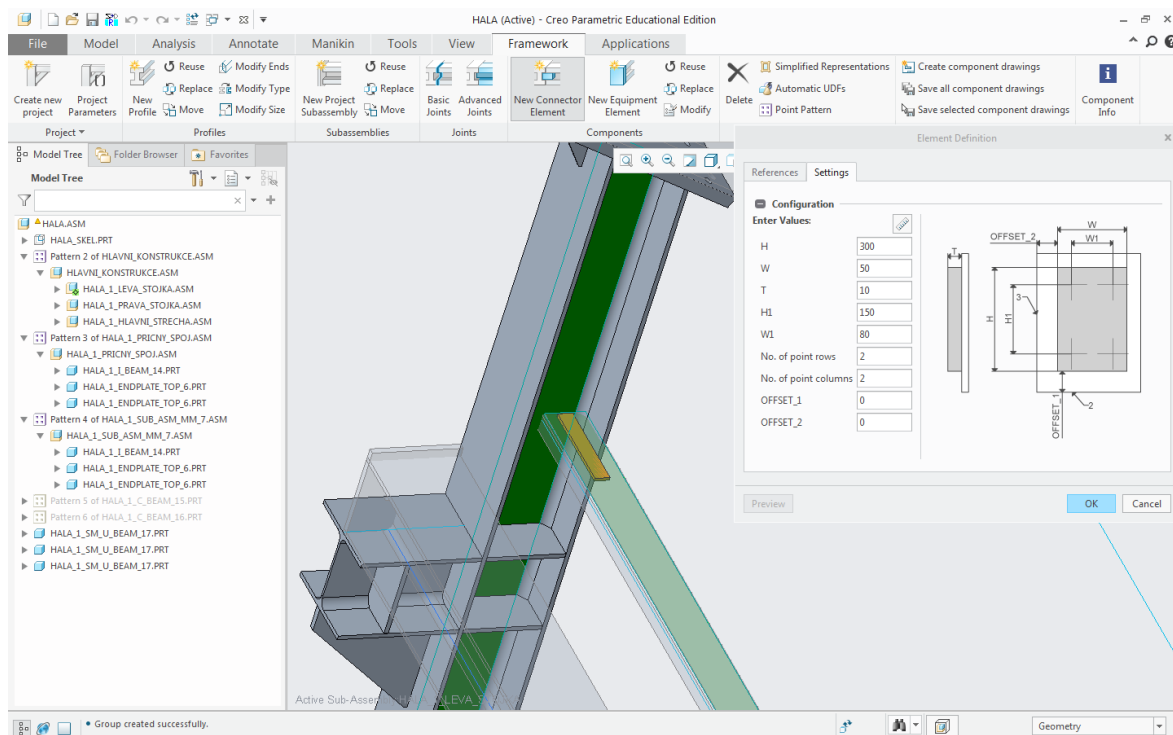
Obr. 155 – Vložení plechového U profilu

Nyní tyto profily přes **Move** zarovnáme s vnější plochou I profilu.



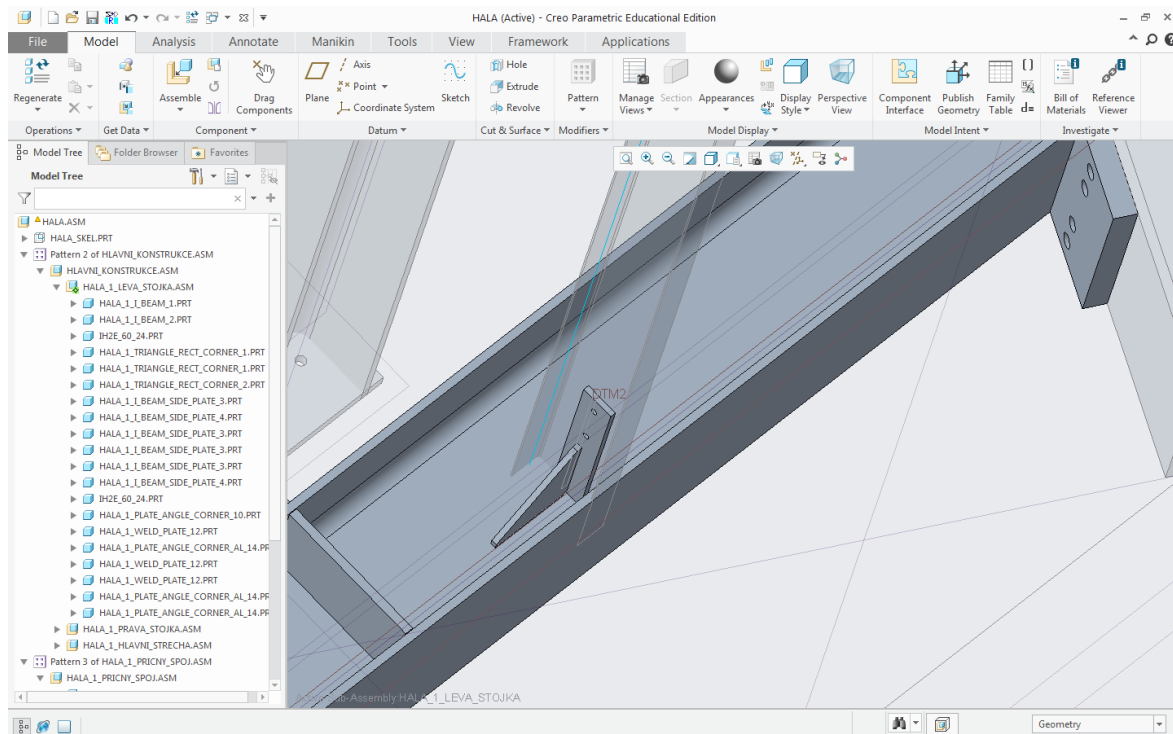
Obr. 156 – Zarovnání plechových U profilů

Pro tyto U profily zhotovíme úchyty pomocí knihoven v Creu. Tyto úchyty budou vytvořeny v podsestavě levé a pravé stojky.



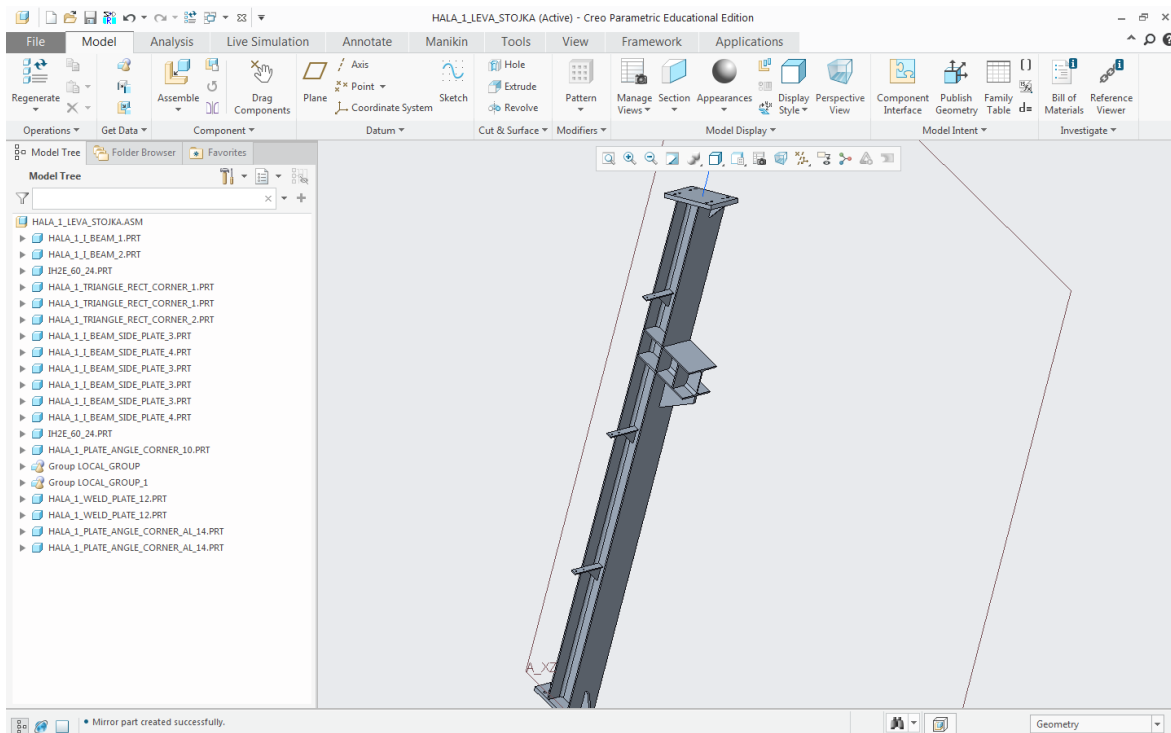
Obr. 157 – První část úchyty – plochý tyč

Pro vyhotovenou plochou tyč vytvoříme trojúhelníkovou podpěru.



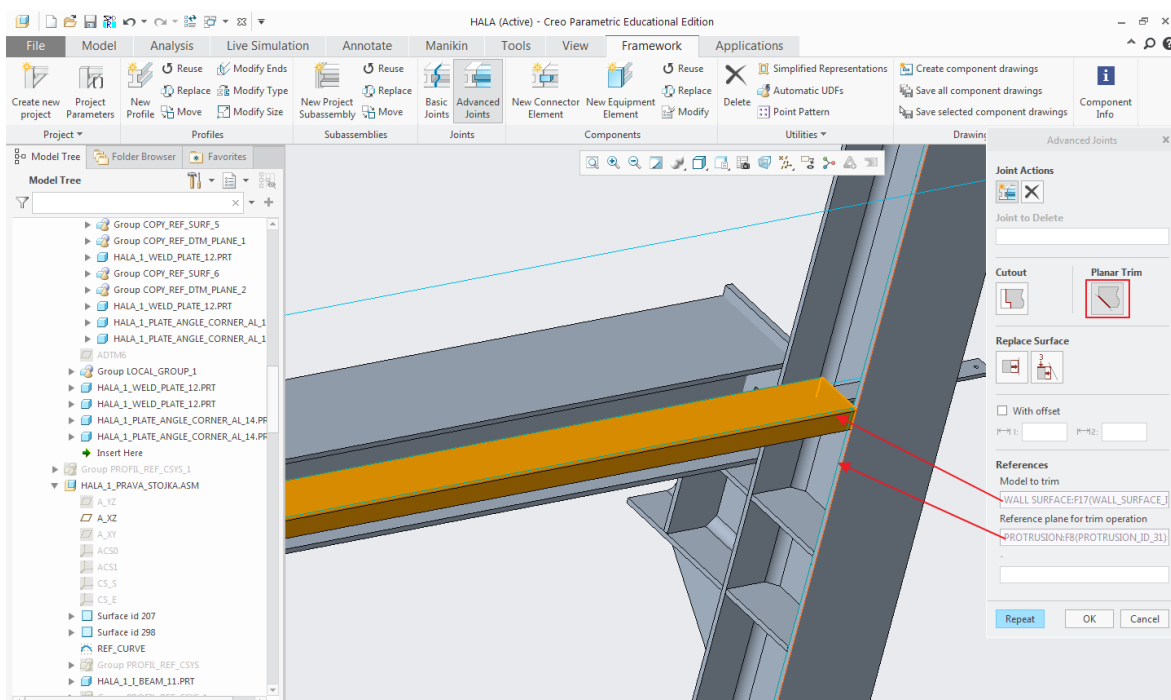
Obr. 158 – Vytvoření podpěry úchyty

Tyto úchyty vytvoříme přes **Reuse**, zvolením první možnosti, pod každý plechový profil, jak na levé, tak i na pravé straně a dále je zrcadlením převedeme i na druhou stranu I profilu.



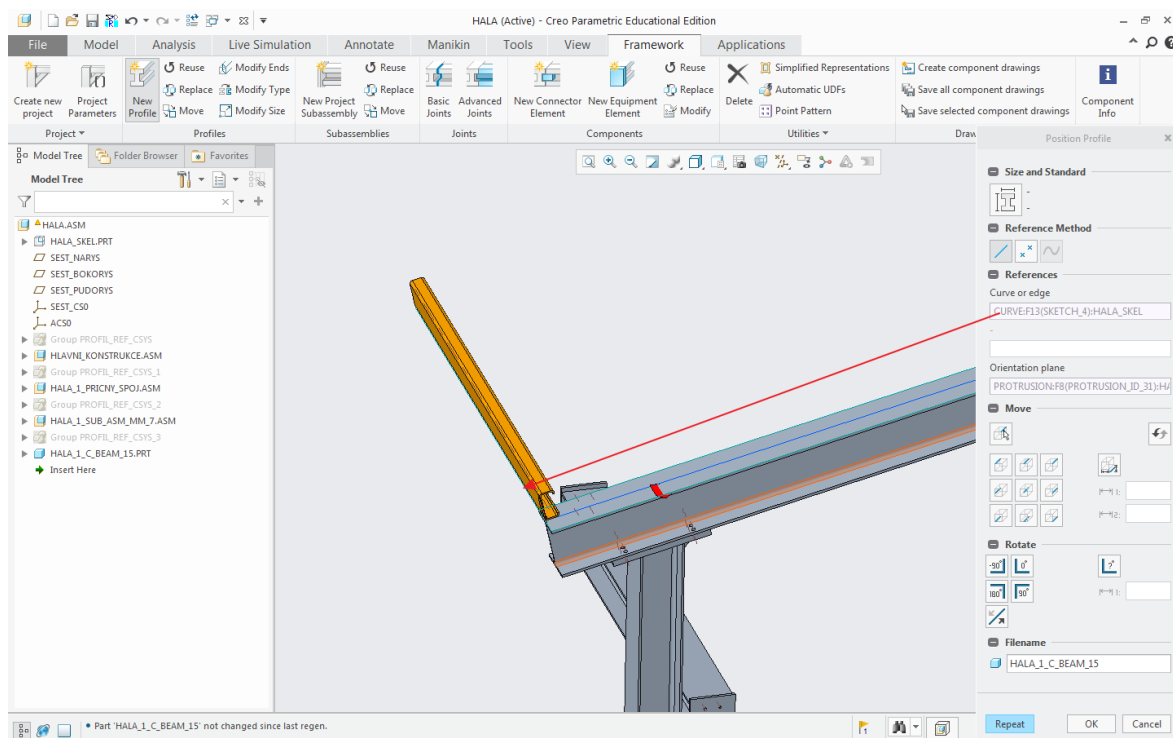
Obr. 159 – Stojka s úchyty

Plechové I profily ořežeme pomocí **Advanced Joints**.



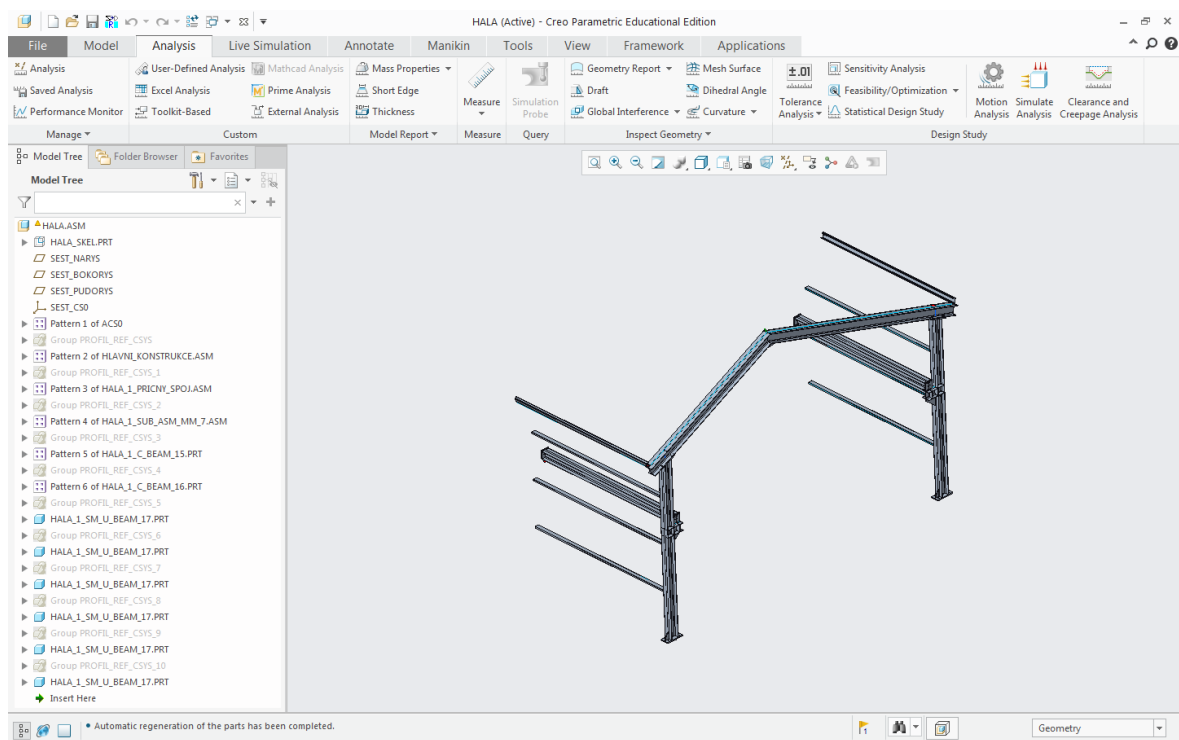
Obr. 160 – Ořezání plechových U profilů

V hlavní sestavě haly vytvoříme ještě poslední profily na střeše. Zde využijeme například C profilu. Dále tento C profil zarovnáme s hranou I profilu, jak je na Obr. 161. Tento profil vytvoříme i na druhé straně.

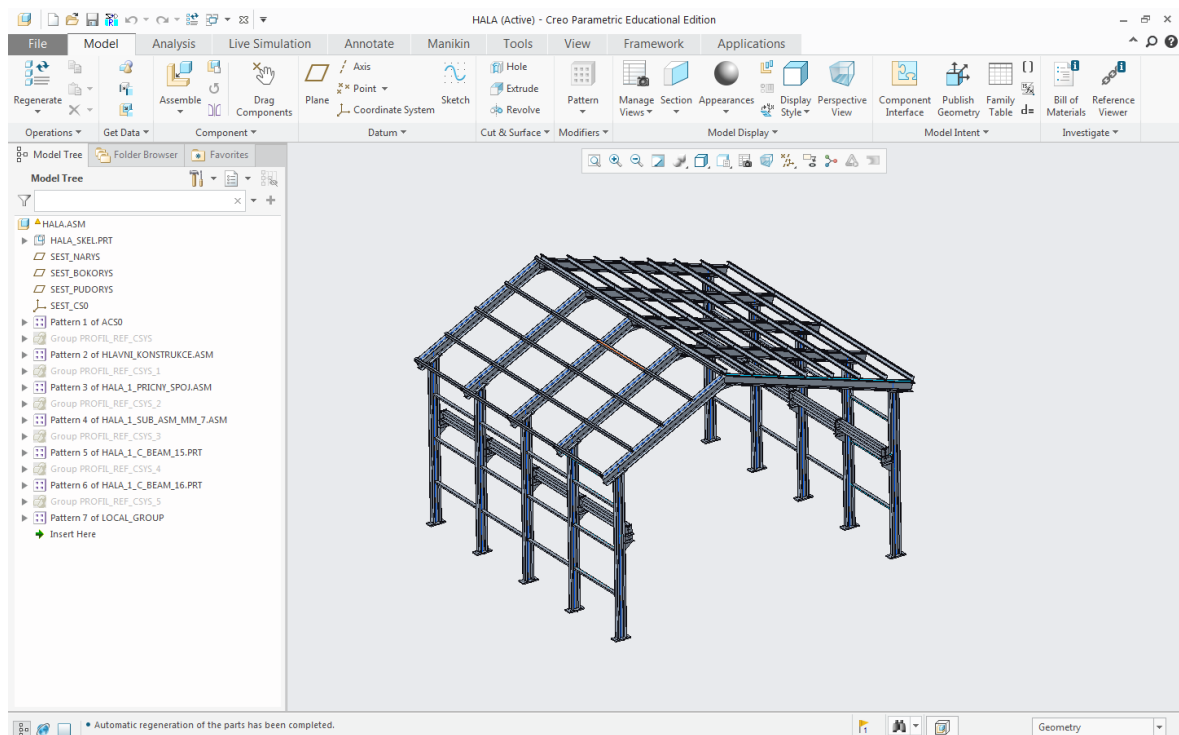


Obr. 161 – Vložení a zarovnání C profilu

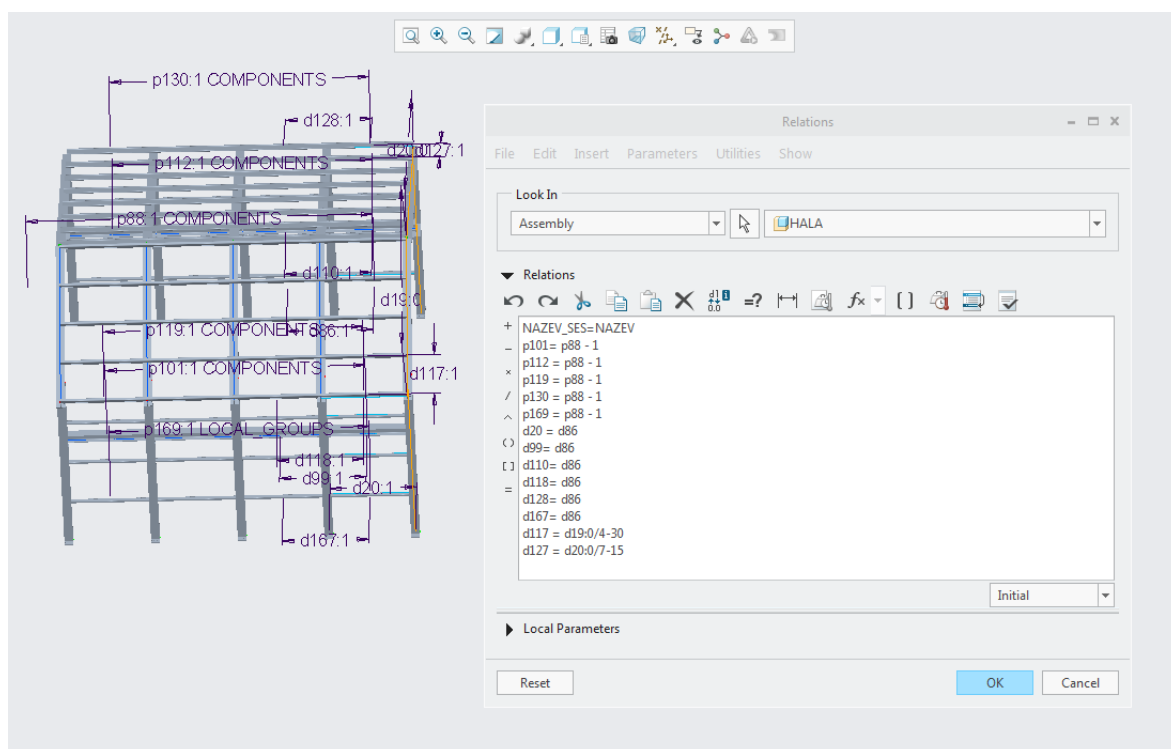
Pro takto vytvořenou základní část zhotovíme pole a relace tak, aby se při změně jednoho rozměru změnily i ostatní.



Obr. 162 – Zhotovená základní část

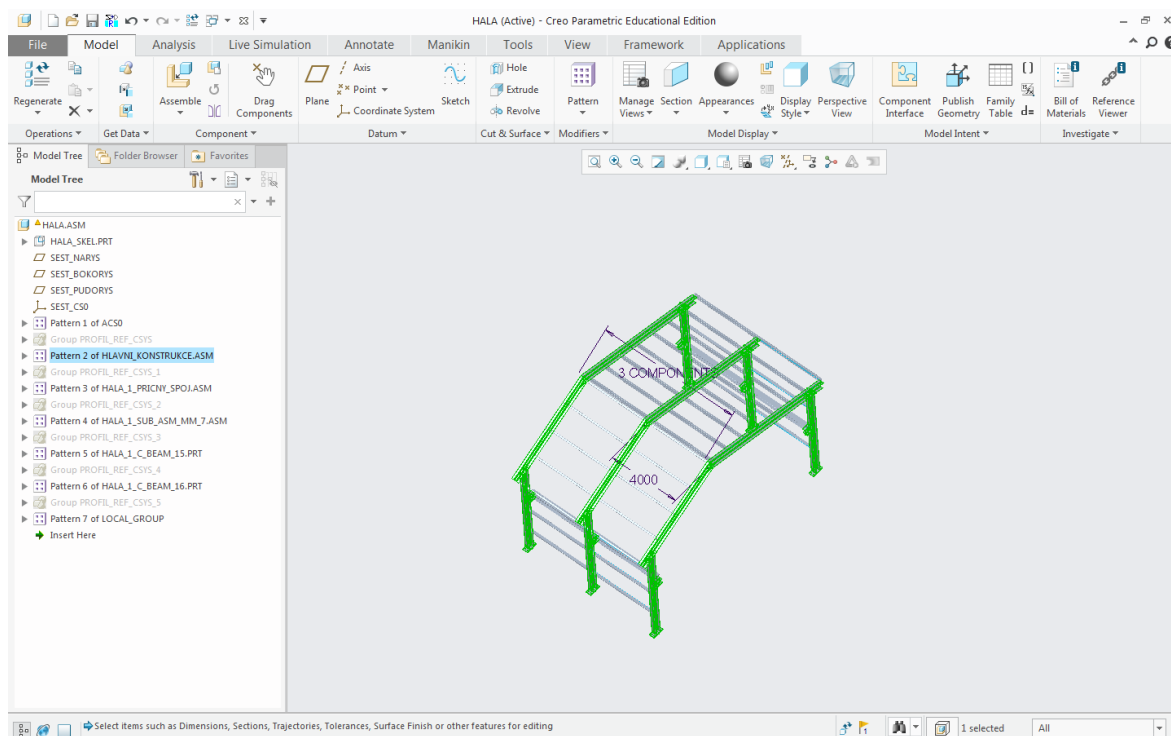


Obr. 163 – Zhotovené pole



Obr. 164 – Vytvořené Relations

Při takto zhotoveném poli a vytvořených relacích změníme například počet násobení pole, délku rozestupu hlavní konstrukce haly a celá hala se nám automaticky přemění.



Obr. 165 – Změna rozměrů haly

Po vytvoření námi požadované konstrukce, stačí halu osadit šrouby, maticemi a dalším příslušenstvím.

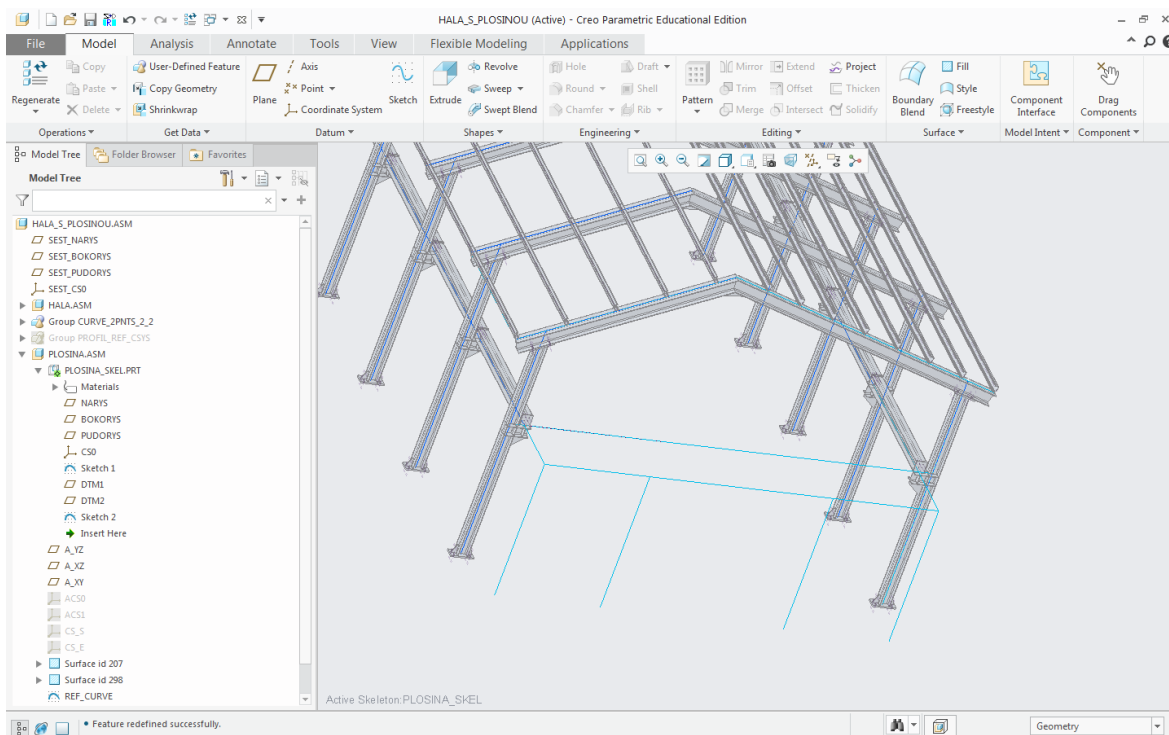


Obr. 166 – Vytvořená konstrukce haly

3.3.3 Vytvoření plošiny se schody a zábradlím

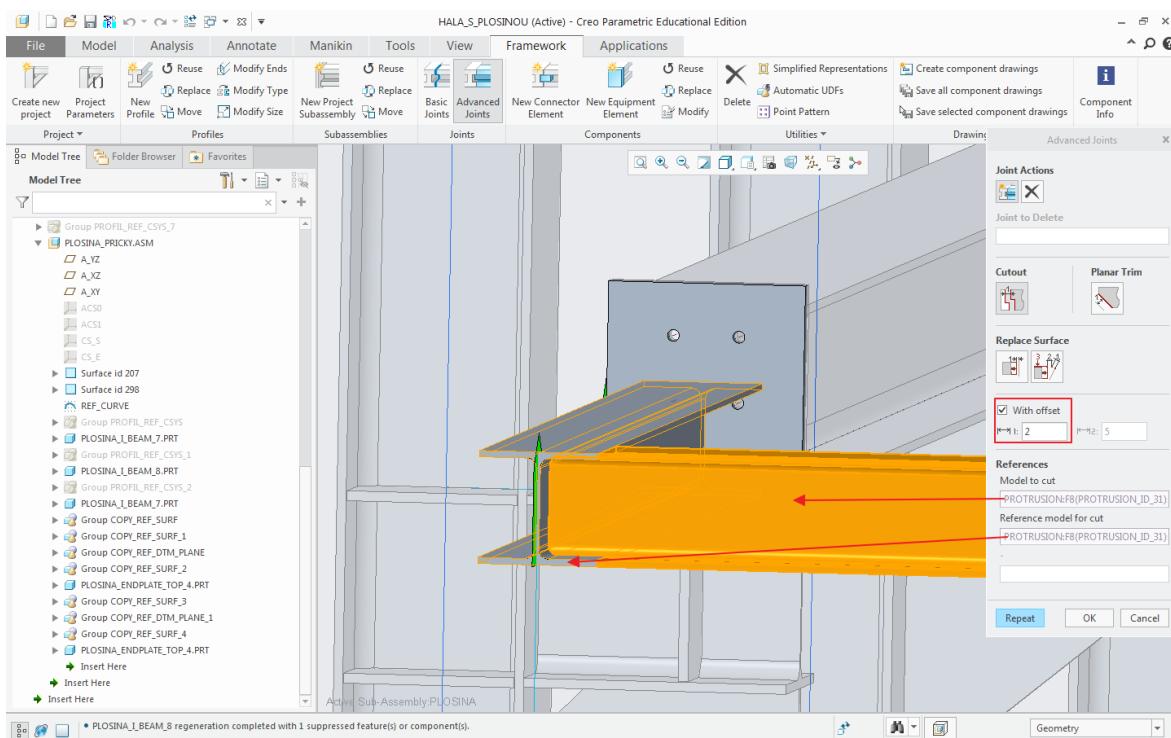
Vytvoříme si plošinu, kde budou ukázány jen nové funkce. Z většiny části na plošině pracujeme stejně jako s konstrukcí ocelového rámu haly. K plošině poté přidáme schody a zábradlí, které najdeme v knihovnách PTC Creo Parametric.

Klasicky vytvoříme skeleton, který osadíme profily rozděleny do podsestav.



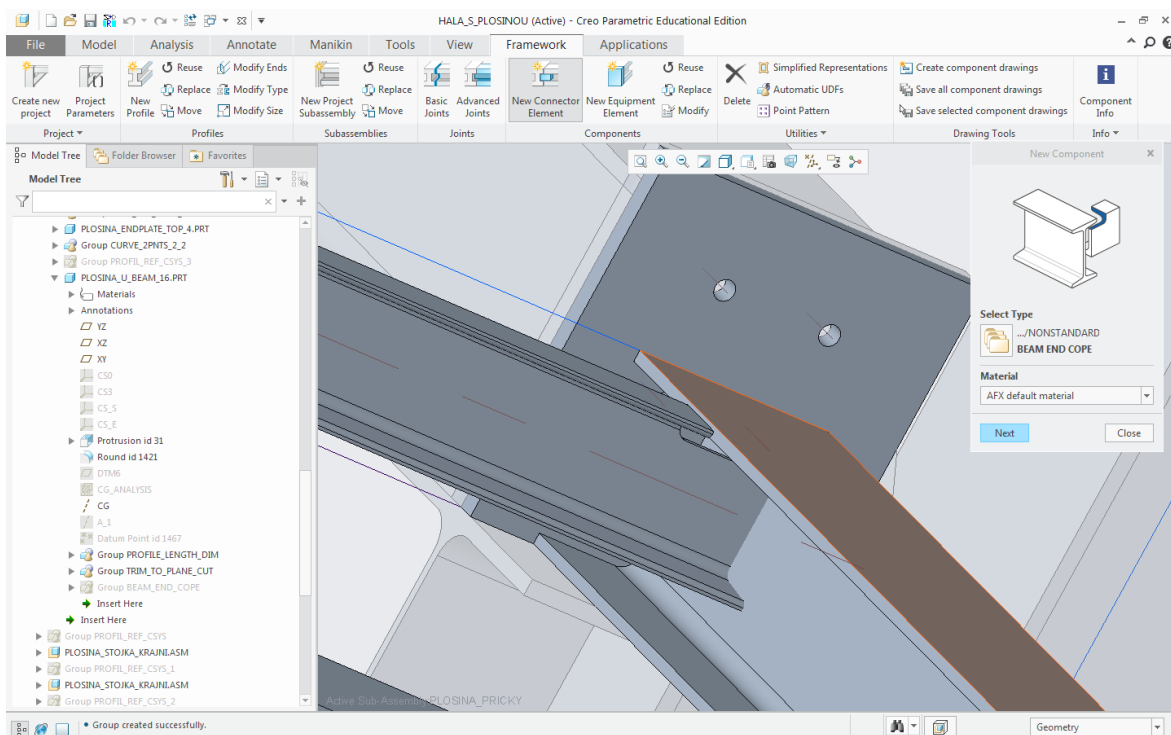
Obr. 167 – Skeleton plošiny

Při vytváření plošiny použijeme **Advanced Joints**, kdy nám I profil ořeže přesně proti dalšímu profilu.



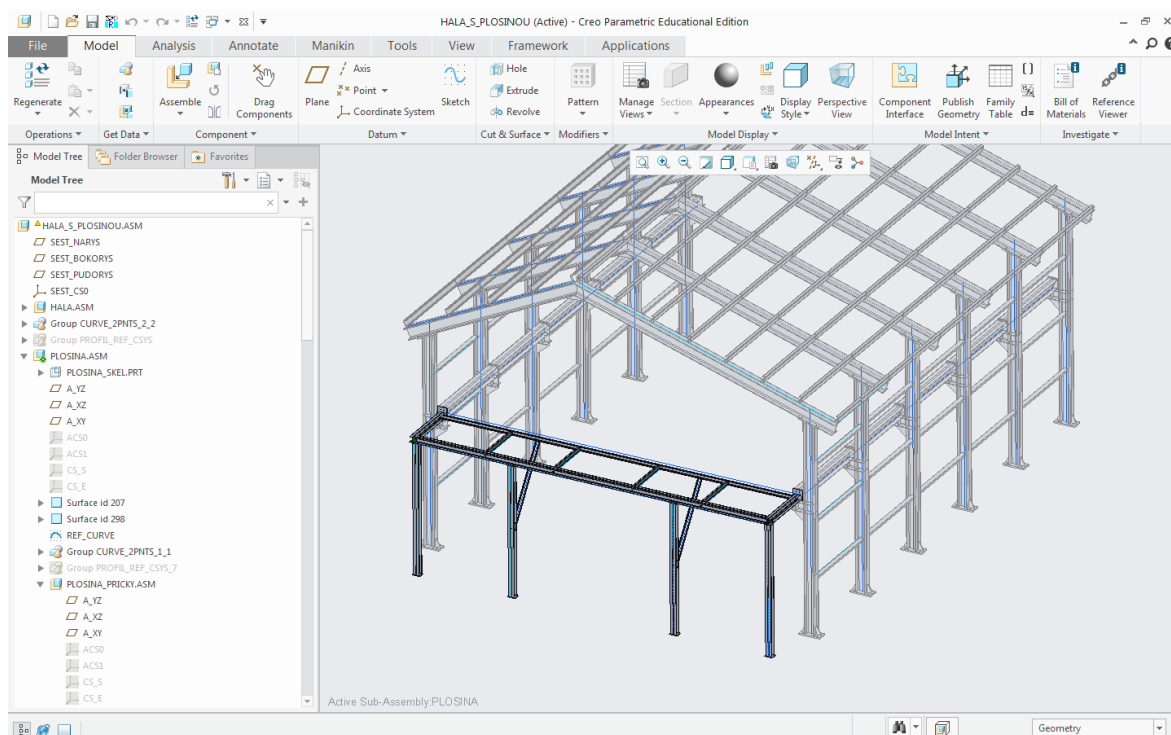
Obr. 169 – Využití Advanced Joints

V **New Connector Element** také najdeme ořezání U profilu vůči I profilu. Názornou ukázkou můžeme vidět na Obr. 168.



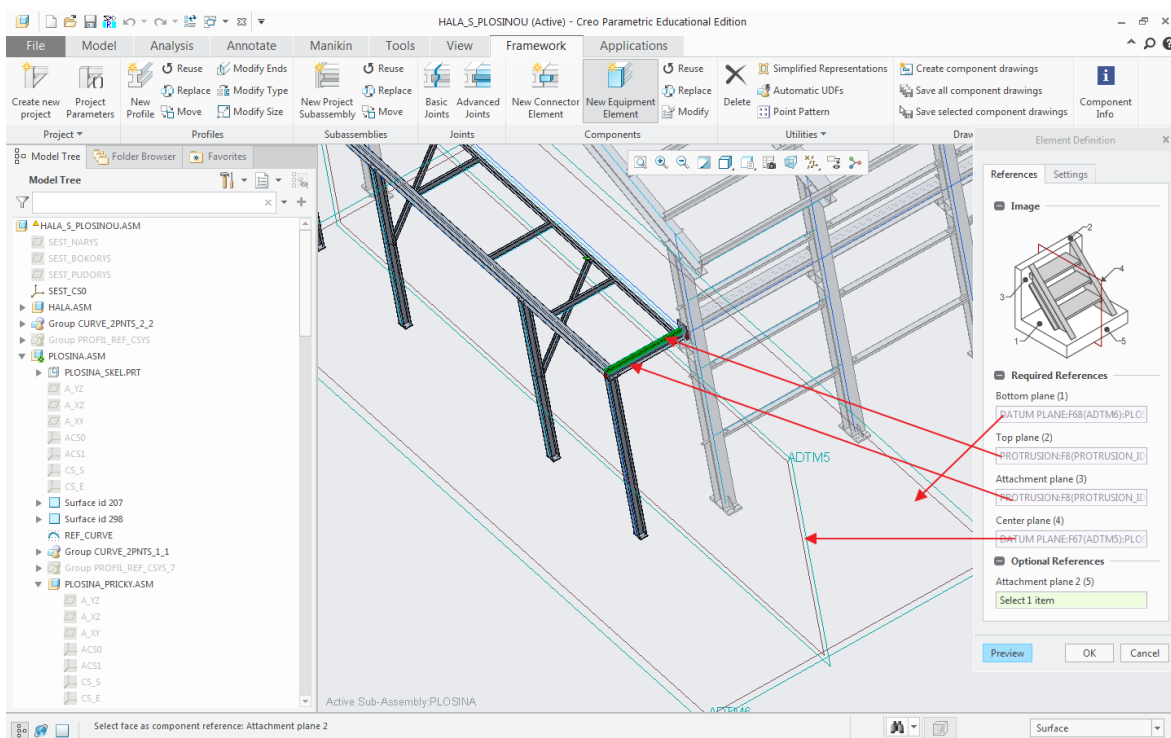
Obr. 168 – Ořezání U profilu

Pokud máme vytvořenou plošinu, například podobně jako na obrázku níže, můžeme se pustit to vytvoření schodů a zábradlí.



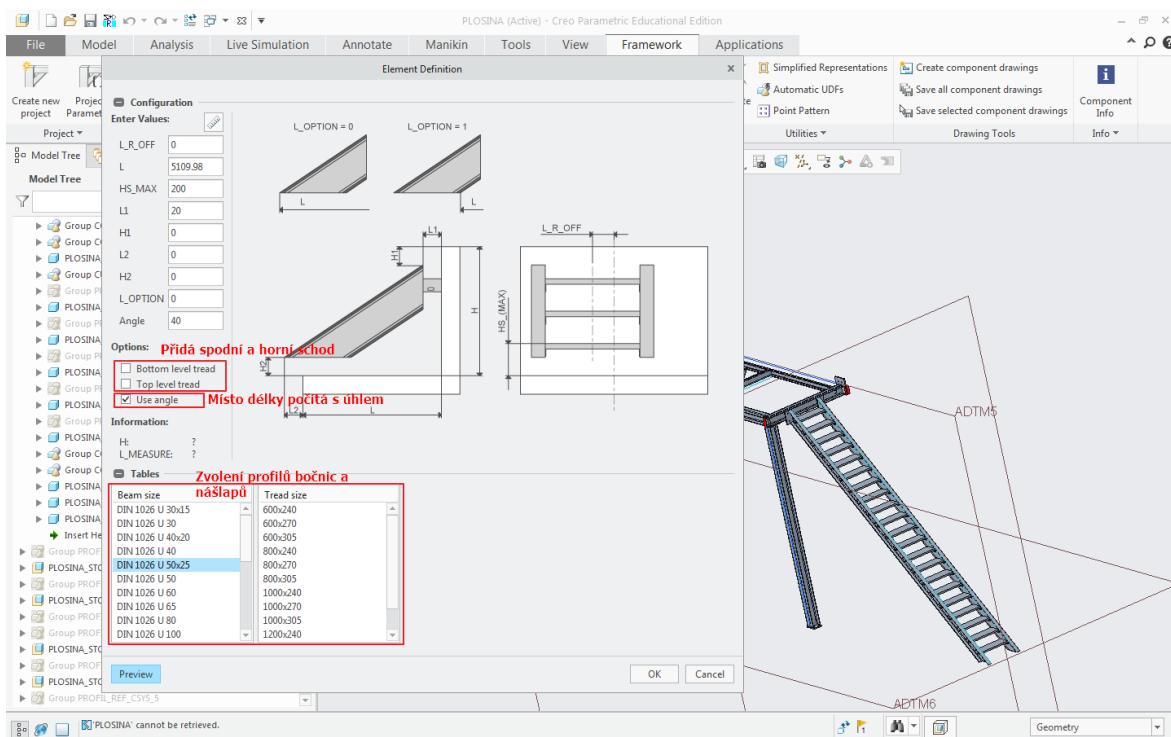
Obr. 170 – Vytvořená konstrukce plošiny

Při vytváření schodů si vytvoříme spodní rovinu (rovina země) a středovou rovinu. V knihovně **New Equipment Element -> STEEL CONSTRUCTION MM** vybereme **STAIRS -> STAIRS_2**. Označíme referenční roviny a plochy a zvolíme si, z jakých profilů budou schody vymodelovány.



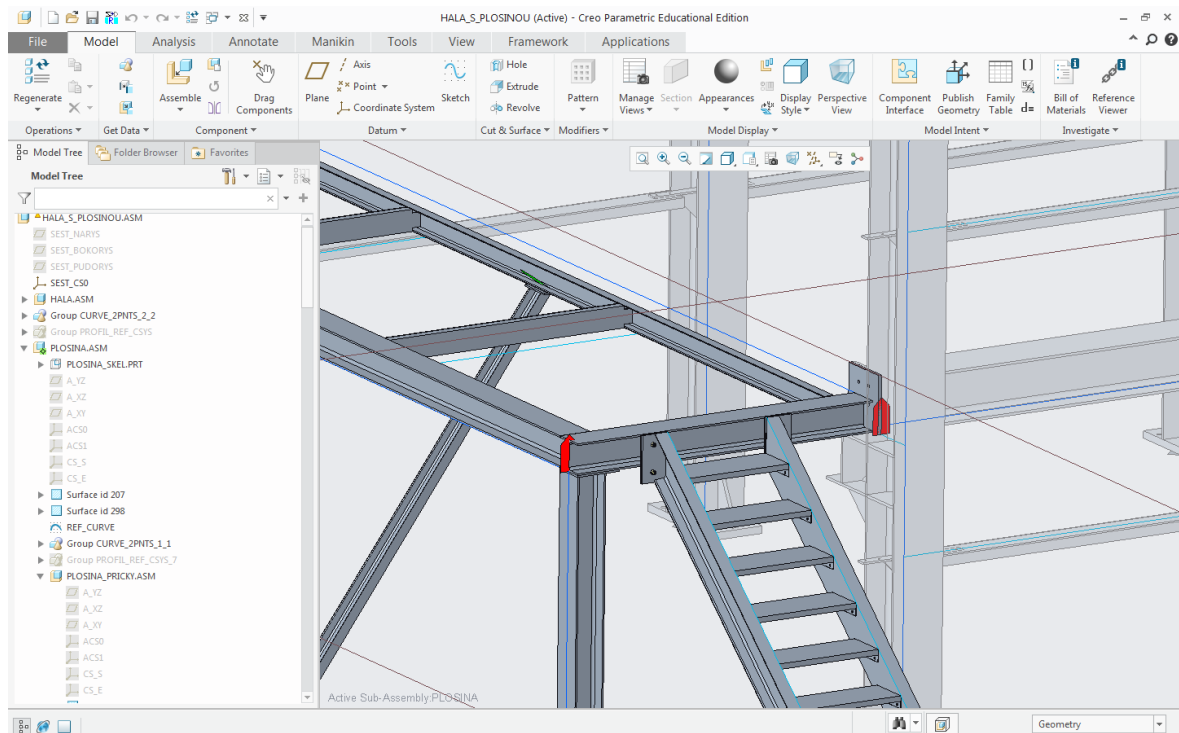
Obr. 171 – Vytvoření schodů - reference

V možnostech schodů máme spoustu různých úprav v podobě délky schodů, úhlů, přidání horního a spodního schodu a další.



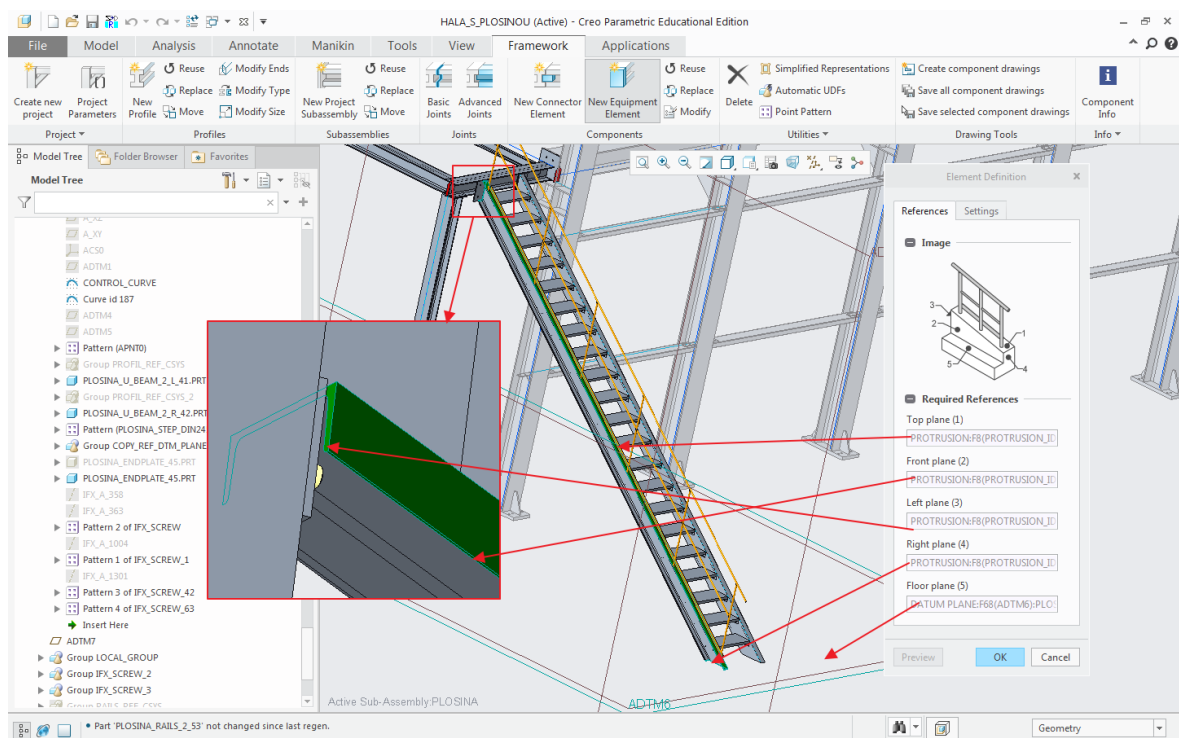
Obr. 172 Vložení schodů - rozměry

Schodům následně musíme přidat šrouby a koncové plechy s dírami pro přichycení.

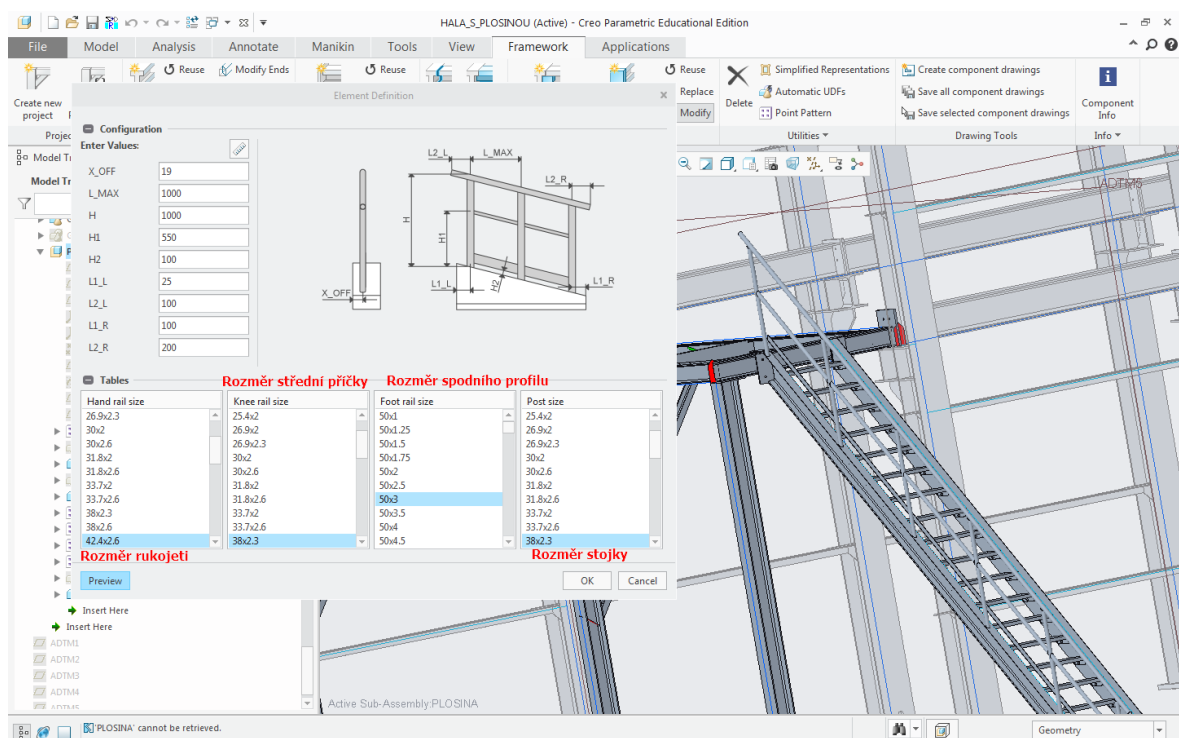


Obr. 173 – Přichycení schodů

V knihovně **New Equipment Element** nalezneme také zábradlí, které si vytvoříme na schody a kolem plošiny. Vybereme zábradlí s trubkovým profilem a vybereme referenční plochy, což je horní, přední, levá, pravá plocha bočnice a nakonec plochu podlahy. Zde máme na výběr dvě možnosti. Jednou z nich je horní plocha bočnice, což vede k tomu, že stojky zábradlí budou kolmé k této vybrané ploše. Nebo v našem případě zem, což vede k vytvoření stojek kolmých k zemi.

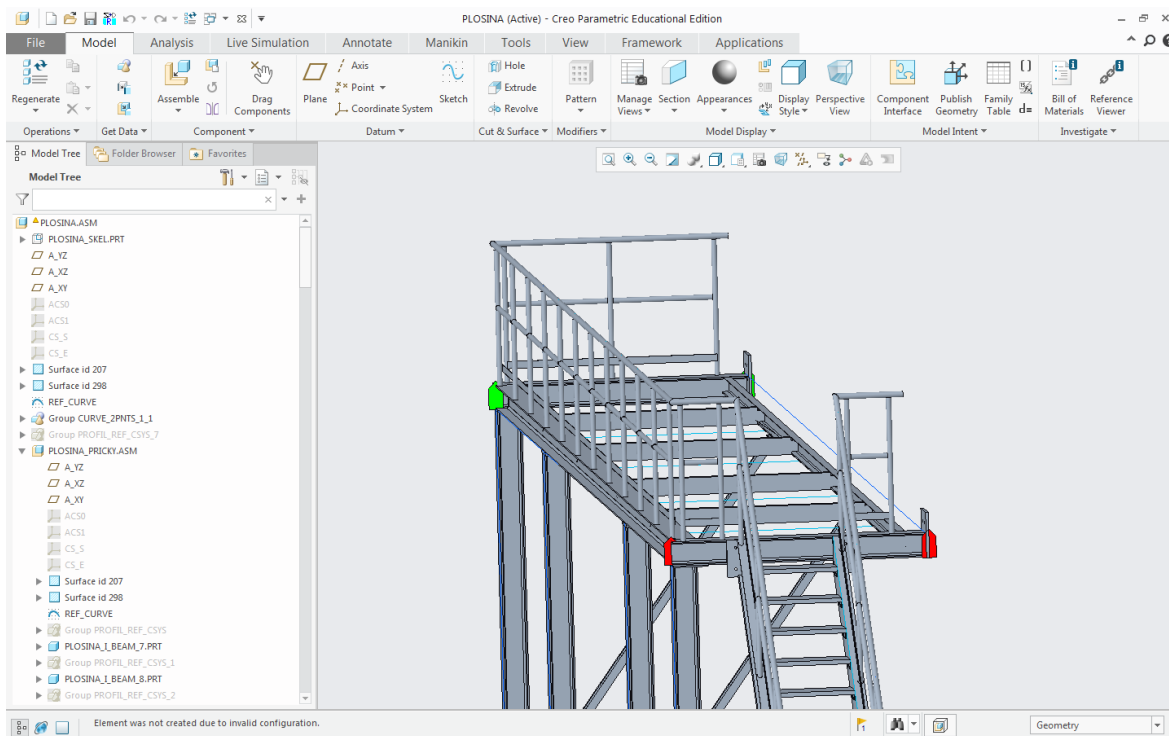


Obr. 175 Vytvoření zábradlí - reference



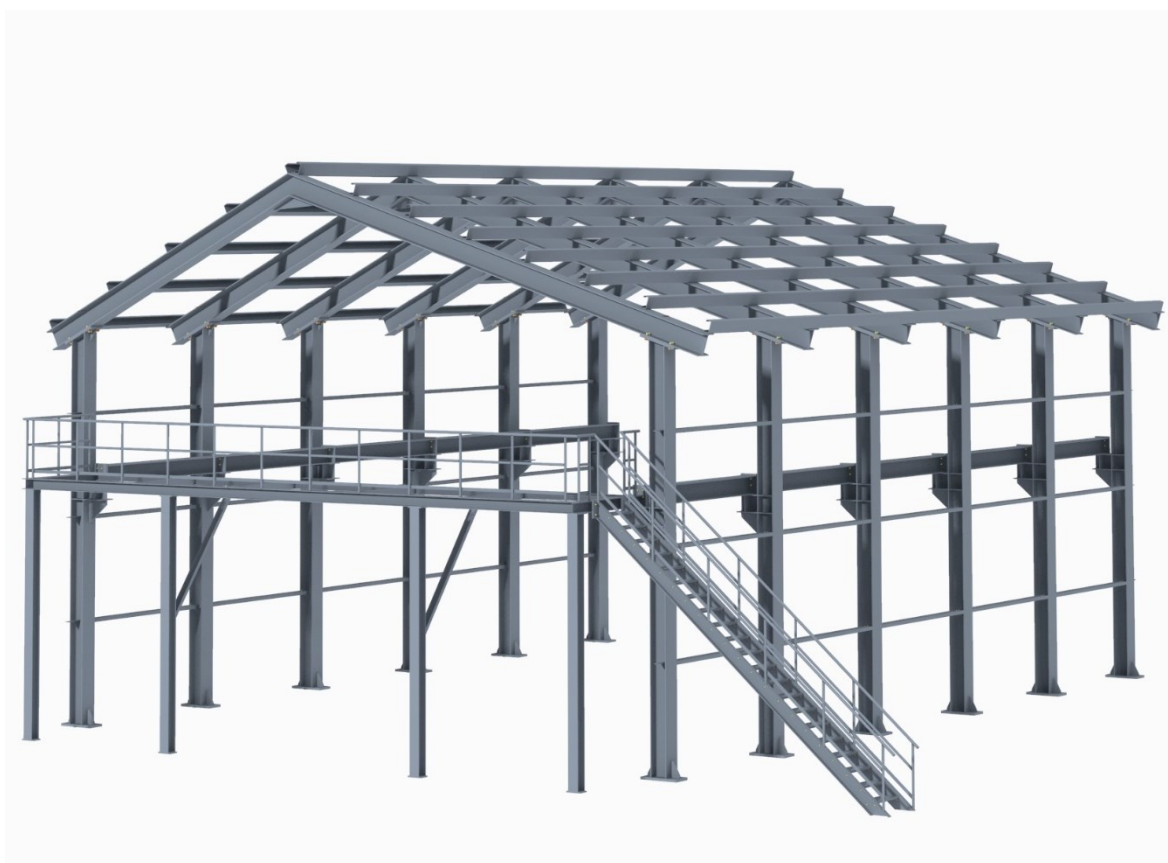
Obr. 174 – Vytvoření zábradlí - rozměry

Vytvořené zábradlí můžeme běžně ořezávat pomocí **Basic Joints** nebo **Advance Joints**. V případě, že zábradlí bude montované, přidáme na stojky plechy s otvory k přichycení.



Obr. 176 - Zhotovené zábradlí

Pokud máme veškerou konstrukci zhotovenou, stačí už jen dodělat šrouby a příslušenství, které chceme použít. Tím jsme vytvořili parametrizovanou halu s plošinou, ve které jsme si ukázali, jak vytvořit zábradlí a schody.



Obr. 177 - Vytvořená konstrukce haly s plošinou

4 Závěr

V rámci této bakalářské práce byl vytvořen návod pro práci s Frameworkem, který se nachází v PTC Creo Parametric. V první části, pro osvěžení paměti, byla obecně popsána aplikace PTC Creo Parametric a její základní funkce. Po tomto krátkém seznámení následovala charakteristika samotného modulu Framework, ve kterém byly jednotlivé funkce rozepsány, aby je čtenář této práce, co nejlépe pochopil. V další kapitole jsou vytvořeny tři vzorové ukázky, které pochopí i osoba, jež nemá příliš zkušeností s rámovou konstrukcí.

Práci s tímto modulem je možné celkem za krátký čas pochopit, proto není třeba trávit několik dní různým školením. Při řádném obeznámení modulu Framework je možnost kombinovat i další funkce a moduly, jako jsou svary, parametrizovaný model a další. Samozřejmě jako každý modul, má i tento své nedostatky. Největší slabinou je tvorba výkresů, protože práce se školní šablonou má několik nedostatků. Z tohoto důvodu je vhodné si vytvářet vlastní šablony nebo tabulky, které nám usnadní práci při tvorbě 2D výkresů. Na druhou stranu je výhodou, že dobře spolupracuje s parametrizovanými modely a umožňuje obohacení knihoven vlastními modely, přičemž jeden z nich je názorně ukázán v této bakalářské práci.

V rámci práce byly vytvořeny vzorové ukázky vozíku, robotické buňky a haly. U vozíků se také nachází sestavný výkres. Všechny tyto modely a výkresy najdeme v přílohách.

Seznam použité literatury

- [1] *Advanced Framework - Frame structures with arbitrary profiles GmbH* [online]. [cit.31.03.2020]. Dostupné z: <https://klietsch.com/?modul=shop&action=detail&prod=173&lang=en>
- [2] *Creo Parametric: Structural Framework and Weld Design* [online]. [cit. 18.12.2019]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/en/products/cad/3d-design/structural-framework-and-weld-design>
- [3] *Digital Transformation Solutions to Unlock the Value of IIoT* | PTC.[online].[cit.03.03.2020]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/>
- [4] *Expert Framework Extension* [online].[cit.31.03.2020]. Dostupné z: <https://www.root-solutions.co.uk/product/expert-framework-extension/>
- [5] *PTC Creo. AV ENGINEERING, a.s.* [online].[cit.03.03.2020]. Dostupné z: <http://www.aveng.cz/software-services/software/ptc-creo>
- [6] *PTC Creo Advanced Framework Extension | IPM Solutions.* [online]. Dostupné z: <http://www.ipmsolutions.sk/afx/>

Přílohy

Příloha A: Model vozíku

Příloha B: Sestavný výkres vozíku

Příloha C: Model robotické buňky

Příloha D: Model haly